COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 AVRIL 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Note sur l'observation de l'éclipse partielle de Soleil du* 16 *avril* 1893; par M. F. Tisserand.

« L'éclipse a été observée à l'Observatoire de Paris par MM. Callandreau, Boquet, Viennet, Puiseux et Hamy.

» MM. Paul et Prosper Henry ont obtenu 6 photographies à des distances de cinq minutes.

» J'ai reçu de M. Trépied, directeur de l'observatoire d'Alger, la dépêche suivante :

» Éclipse partielle observée dans de très bonnes conditions; obtenu 32 photographies de l'éclipse.

» M. Bigourdan a adressé une dépêche de Joal (Sénégal), disant :

» Ciel brumeux, observé les quatre contacts, Vulcain non vu.

» Enfin, il résulte d'un télégramme du *New-York Herald*, qui nous a été communiqué par M. de Fonvielle, que, dans la province chilienne d'Atacama, à une altitude de 1135^m, M. Pickering a observé l'éclipse par un très beau temps; la couronne était plus belle que dans les éclipses de 1878 et 1889, et ressemblait à celles de 1857 et de 1871. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation de l'éclipse totale du* 16 *courant.* Note de M. **J. Janssen**.

« J'ai reçu hier au soir un télégramme de M. Pasteur, envoyé par l'observatoire de Meudon pour remplacer M. de la Baume-Pluvinel que des circonstances impérieuses avaient empêché d'accomplir la mission qu'il avait si bien préparée.

» M. Pasteur me télégraphie que la plupart des instruments ont bien fonctionné, notamment ceux qui se rapportent à la mesure de l'intensité photographique de la couronne, mais que le ciel a été légèrement voilé pendant l'éclipse et que le vent a apporté un certain trouble aux observations.

» J'ajouterai qu'à Meudon j'avais fait prendre les dispositions pour obtenir de grandes photographies solaires au moment de la plus grande phase.

» Ces photographies ont été obtenues; mais le ciel, à Meudon, n'a pas été non plus favorable à l'obtention parfaite de ces grandes photographies qui exigent une atmosphère particulièrement pure.

» Ces grandes photographies qui donnent, comme on sait, les détails les plus délicats de la surface solaire, sont éminemment propres, en raison même de cette circonstance, à résoudre la question du degré de raréfaction de l'atmosphère lunaire, s'il en existe une, car il est évident que, dans ces conditions, la granulation de la surface solaire, près des bords de la Lune, doit être altérée dans les détails de ses formes par la réfraction de cette atmosphère, qui agit alors dans les conditions les plus favorables à la manifestation de son existence.

» Je reviendrai sur cette intéressante question, qui a déjà reçu un commencement de solution par les photographies que nous avons prises pendant l'éclipse partielle du 19 juillet 1879, observée à Marseille. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Note de M. J. Bertrand accompagnant la présentation du Tome V des Œuvres d'Huygens.*

« Le nouveau volume contient la Correspondance des années 1664 et 1665. On y trouve, avec la même abondance de documents, la même érudition et la même conscience dans la rédaction des Notes, le même soin et les mêmes attentions dans la disposition des Tables.

» M. Bertrand signale particulièrement les Lettres relatives à l'appel de Huygens à Paris par Louis XIV et Colbert, qui déjà songeaient à créer l'Académie des Sciences.

» J'eus par l'ordinaire dernier, écrit Christian Huygens, une Lettre de M. de Carcavy par laquelle, par ordre de M. Colbert, il me mande que le Roy serait bien aise que je puisse venir demeurer à Paris, et m'y convie par beaucoup de raisons et de belles promesses.

» Constantin Huygens conseillait à son fils de différer son départ.

» Mon père, écrit Christian, me tance dans toutes ses Lettres de ce que, sans scavoir rien de ce qu'en France on veut faire pour moy, je m'accorde aveuglément à aller où l'on m'appelle et m'accuse de la dernière imprudence. Et moi je ne voy pas pour tout cela que j'aye deu procéder autrement dans cette affaire que je n'ay fait; car considérant cette vocation comme une suite de la bienveillance du Roy et comme un effet des bonnes grâces de M. Colbert, et que l'on m'appelle pour mon bien plustôt que pour le service que je puisse rendre, quoique peust-être je ne seray pas du tout inutile, je ne doy pas craindre qu'on me veuille placer mal.

» Le chiffre de la pension, sur lequel Huygens ne voulait pas entrer en discussion, ne lui était nullement indifférent. Son père menait grand train, mais la dépense, d'après une lettre de Constantin, frère aîné de Christian, à leur plus jeune frère Lödoewick « excédait di gran lunga la recepte, qui est le ménage qui mène vous savez bien où ». Je crains fort, ajoute Constantin, avec la bonne humeur habituelle de la famille, « que » quand il signor Padre estant revenu verra toutes ces choses là, que le » premier effet de ses considérations sera le retranchement de nos pen- » sions, estant un moyen de mesnage le plus prompt et qu'il a le plus sous » la main ».

» Avant d'aborder le problème général du centre d'oscillation qu'il a, le premier, résolu exactement, Christian Huygens fait connaître, dans

une de ses lettres (p. 120), les pendules isochrones à des figures diversement suspendues où il rencontre « *des propositions assez plaisantes* ». Ces propositions fourniront d'élégants exercices aux professeurs de Mécanique et, après deux cents ans d'oubli, ne manqueront pas de devenir classiques. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Effets de la sécheresse sur les cultures de l'année. Réponse à la Note de M.* Demontzey *sur le reboisement des* montagnes; par M. **Chambrelent.**

« J'ai eu occasion, la semaine dernière, de parcourir une partie des terrains agricoles du midi de la France et j'ai été navré de voir dans quel état la sécheresse prolongée que nous avons depuis si longtemps a mis la plupart des cultures de cette année.

» Sauf la vigne, qui présente, il est vrai, de belles apparences, mais qui est toujours sous le coup des gelées, qui sont encore à craindre jusqu'au milieu du mois prochain, toutes les autres récoltes souffrent énormément de la sécheresse.

» Partout l'on demande des canaux d'irrigation, dont la construction devient de plus en plus nécessaire.

» Pour passer à une autre question d'économie rurale non moins importante, j'ai à répondre aujourd'hui à une Note publiée dans le dernier numéro des *Comptes rendus,* par M. Demontzey, inspecteur général des forêts, au sujet de la Communication que j'ai faite dans la séance du 6 mars dernier, sur la fixation des torrents et le boisement des montagnes.

» L'honorable inspecteur général fait observer que de vastes études ont été faites par les seuls forestiers sans le secours de la Commission mixte créée en 1883 par le Ministre de l'Agriculture, M. de Mahy, commission, ajoute M. Demontzey, qui, « n'ayant siégé qu'une fois, le » 6 juin 1883, a pu difficilement préparer les données d'un projet d'en» semble que le service de reboisement a mis deux ans à établir ».

» Dans la séance du 6 juin 1883, la Commission mixte dont j'ai parlé avait réparti, comme je l'ai dit, entre les inspecteurs généraux qui la composaient, le travail à faire par chacun de ses membres pour la rédaction d'un projet d'ensemble qui devait être arrêté dans une séance ultérieure. Comme je l'ai dit également, chacun des membres de la Commission a préparé longuement et consciencieusement les travaux qui lui incom-

baient et l'on devait en coordonner les résultats dans la nouvelle séance à intervenir.

» Mais cette nouvelle séance n'a jamais eu lieu; on a négligé depuis de convoquer la Commission et tout le travail préparé est resté inutilisé dans les mains de ceux qui l'avaient préparé.

» Indépendamment des documents utiles qu'avait à produire la Commission, elle devait produire en outre un résultat encore plus important: elle devait permettre de faire obtenir des augmentations de crédits pour les travaux de boisement, sans aucune surcharge du budget général de l'État, et c'est ce qu'elle avait commencé à faire dans une assez large mesure.

» M. Demontzey déclare que tous les travaux de boisement exécutés l'ont été sur les seules ressources budgétaires de l'Administration des Forêts, sans aucun contingent des Travaux publics ou d'ailleurs.

» C'est là une erreur qu'il aurait certainement évitée en consultant les documents officiels qui existent dans les dossiers du Ministère de l'Agriculture.

» Pour le torrent de Vaudaine, la somme de 31000fr, que l'Administration forestière avait déclaré nécessaire pour son extinction, a été non seulement offerte par le Ministre des Travaux publics à son collègue de l'Agriculture, mais cette offre a été officiellement acceptée par ce dernier par une lettre officielle du 30 avril 1880, par laquelle le Ministre de l'Agriculture remercie son collègue des Travaux publics « des fonds qu'il » voulait bien mettre à sa disposition et qu'il acceptait avec reconnais- » sance, en vue de l'intérêt public ».

» M. Demontzey peut voir combien je précise mes assertions à ce sujet.

» Mais il y a plus : en sus de ce crédit de 31000fr, un autre, bien plus considérable, de 2660000fr, inscrit en 1881 au budget des Travaux publics pour le service de l'hydraulique, a été détaché de ce service et affecté, sur la demande de M. de Mahy, aux travaux de boisement, qu'il appelait, dans sa proposition, la grande œuvre de la restauration et de la conservation des montagnes.

» L'affectation de ce crédit à cette grande œuvre a été votée par la Chambre des députés dans la séance du 6 juillet 1883, à la suite des considérations présentées dans cette séance, par le successeur de M. de Mahy, M. Méline, peu après la réunion de la Commission ministérielle du 6 juin, observations que nous avons textuellement reproduites en affirmant le fait de l'allocation du crédit.

» Je suis convaincu, d'ailleurs, que si l'on n'eût pas cessé de faire fonctionner la Commission, il eût été possible de faire obtenir à l'œuvre d'autres fonds que ceux qui lui étaient spécialement accordés sur le budget de l'État.

» Je ne puis m'expliquer, d'ailleurs, pourquoi M. Demontzey semble repousser ces nouveaux crédits, qui seraient si importants pour hâter la marche des travaux.

» M. l'inspecteur général ne trouve pas exagéré le nouveau délai de quarante ans, qu'il demande pour l'achèvement des travaux.

» Mais ceux mêmes qui croient difficile d'éviter ce délai ne l'expliquent que par l'insuffisance des fonds à affecter chaque année aux travaux; nous croyons que personne ne conteste que, si l'on avait les fonds, on pourrait faire dans un délai bien moindre.

» Remarquons que, si l'on ajoute, à ce nouveau délai de quarante ans, les trente années pendant lesquelles M. Demontzey nous dit avoir été mêlé à l'œuvre, cela fait une durée de soixante-dix années qui paraît bien considérable pour un travail reconnu si urgent pour tous.

» Que de travaux plus longs et plus difficiles ont été exécutés dans des délais bien moindres!

» Il serait difficile, ajoute M. Demontzey, de prouver que les travaux » restant à exécuter entraîneront une dépense inférieure à 200 millions. »

» Mais le rapport de la Commission du budget de 1893, qui a été évidemment rédigé sur les données de l'Administration forestière, porte textuellement à la page 144 : « On peut évaluer à 180 millions la dépense » *totale* restant à faire ».

» En parlant d'une dépense de moins de 200 millions, je ne suis donc pas resté au-dessous de ce chiffre officiel de 180 millions, donné par l'Administration elle-même.

» Lorsque des faits et des chiffres sont portés devant l'Académie des Sciences, le premier devoir de celui qui les énonce est de ne produire que des documents précis, contrôlés et vérifiés avec soin. C'est le cas de tous ceux que j'ai avancés dans ma Communication sur la fixation des torrents comme dans toutes les Communications antérieures que j'ai eu l'honneur de faire devant elle. En repoussant comme erronées les dénégations qu'on m'a opposées, je maintiens la parfaite exactitude des faits et des chiffres que j'ai donnés comme acquis, et je persiste à penser, avec ceux qui ont étudié la question, que les travaux de boisement que réclame l'intérêt supérieur de la France peuvent être terminés avec une dépense de moins

de 200 millions et dans un délai beaucoup moindre que celui de quarante ans. »

PHYSIQUE. — *Dilatation de l'eau sous pression constante et sous volume constant.* Note de M. E.-H. AMAGAT.

« 1° *Dilatation sous pression constante.* — Les coefficients qui suivent ont été calculés au moyen des Tableaux numériques donnés dans ma Note du 9 janvier dernier.

$$\frac{1}{V}\frac{\Delta V}{\Delta t} = \alpha. \qquad \text{N° 1.}$$

P. (atm)	Entre 0° et 10°.	10°—20°.	20°—30°.	30°—40°.	40°—50°.	50°—60°.	60°—70°.	70°—80°.	80°—90°.	90°—100°.	100°—198°
1.	0,000014	0,000150	0,000257	0,000334	0,000422	0,000490	0,000556	0,000617	0,000661	0,000719	»
100.	0,000043	0,000165	0,000265	0,000345	0,000422	0,000485	0,000548	»	»	»	0,00109
200.	0,000072	0,000183	0,000276	0,000349	0,000426	0,000480	0,000539	0,000600	»	»	0,00105
300.	0,000098	0,000205	0,000285	0,000357	0,000423	0,000480	0,000528	0,000590	0,000641	0,000682	0,00102
400.	0,000123	0,000221	0,000298	0,000363	0,000429	0,000478	0,000527	0,000575	0,000626	0,000673	0,00099
500.	0,000149	0,000236	0,000306	0,000370	0,000429	0,000482	0,000523	0,000566	0,000611	0,000661	0,00096
600.	0,000169	0,000250	0,000319	0,000372	0,000429	0,000484	0,000520	0,000557	0,000605	0,000650	0,0094
700.	0,000192	0,000262	0,000326	0,000377	0,000434	0,000478	0,000523	0,000550	0,000698	0,000637	0,0091
800.	0,000213	0,000272	0,000339	0,000378	0,000438	0,000480	0,000518	0,000546	0,000595	0,000630	0,0088
900.	0,000229	0,000289	0,000338	0,000389	0,000437	0,000479	0,000514	0,000550	0,000584	0,000621	0,0086
1000.	»	»	0,000343	0,000396	0,000437	0,000474	0,000512	0,000554	0,000581	0,000610	0,0084

$$\frac{1}{V}\frac{\Delta V}{\Delta t} = \alpha. \qquad \text{N° 2.}$$

atm	0°,0—10°,10.	10°,10—20°,40.	20°,40—29°,45.	29°,45—40°,45.	40°,45—48°,85.
1	0,000015	0,000157	0,000256	0,000335	0,000418
500	0,000151	0,000223	0,000310	0,000366	0,000428
1000	0,000259	0,000294	0,000362	0,000410	0,000405
1500	0,000311	0,000335	0,000368	0,000446	0,000437
2000	0,000364	0,000356	0,000416	0,000424	0,000469
2500	0,000381	0,000409	0,000440	0,000420	0,000469
3000	0,000391	0,000420	0,000433	0,000440	0,000469

» Entre 0° et 10°, j'ai étudié l'eau de degré en degré, je reviendrai sur la dilatation entre ces limites à propos du maximum de densité; les deux premiers nombres de la première colonne verticale (0°-10°) sont chacun la somme de dilatations de signes contraires; mais, pour tout le reste du Tableau, la dilatation est positive, parce que, ainsi que je le montrerai dans une prochaine Note, à partir de 200^{atm}, il n'y a plus au-dessus de zéro de maximum de densité.

» *Variation du coefficient de dilatation avec la pression.* — On voit qu'aux

températures inférieures, contrairement à ce qui a lieu pour les autres liquides, le coefficient croît avec la pression; cette variation s'efface graduellement quand la température s'élève, elle est sensiblement nulle vers 50° ou 60°, puis change de signe pour les températures plus élevées; ce renversement de signe est absolument net, même pour les colonnes contiguës à la colonne (50°-60°); il est probable qu'il ne se fait pas à la même température sous les différentes pressions; il a probablement lieu à une température d'autant moins élevée que la pression est plus forte; à toutes les températures, il doit sans doute arriver que le coefficient cesse de croître sous une pression suffisante, au-dessus de 50° ou 60° cela aurait déjà lieu sous la pression normale; il doit donc passer par un maximum sous une pression d'autant plus forte que la température est plus basse, cette pression doit croître avec une extrême rapidité quand la température s'abaisse, car entre 40° et 50° la décroissance du coefficient est manifeste jusque vers 2000^{atm}, ainsi que le montre le Tableau n° 2.

» Aux pressions les plus fortes, la variation au-dessous de 50° est de l'ordre de grandeur des irrégularités évidentes, on peut seulement prévoir d'après l'ensemble des résultats que la diminution se manifesterait, comme au-dessus de 60°, sous des pressions suffisantes.

» 1° *Variations du coefficient avec la température.* — Les Tableaux qui précèdent ne permettent pas l'examen de coefficient avant et après le maximum de densité, puisque la première colonne verticale donne la dilatation moyenne entre 0° et 10°; ce point sera examiné à part, il ne s'agira donc ici que des variations au-dessus de la température du maximum de densité; c'est, du reste, d'après l'observation faite ci-dessus, le cas de tout le Tableau, sauf les deux premiers nombres de la colonne (0°-10°); dans ces conditions, on voit que le coefficient croît avec la température et que l'accroissement relatif diminue rapidement. L'accroissement est de moins en moins prononcé sous des pressions de plus en plus fortes, cependant il existe nettement jusqu'à 3000 atmosphères. Il n'est pas douteux que, sous des pressions suffisantes, le coefficient finirait par croître d'abord avec la température pour passer par un maximum comme pour les autres liquides, ainsi que je l'ai montré à propos de la dilatation de l'éther et de l'alcool comparée à celle des gaz.

» 2° *Dilatation à volume constant, coefficient de pression.* — Les Tableaux n° 3 et n° 4 donnent les valeurs de $\frac{dp}{dt}$ et de $\frac{1}{p}\frac{dp}{dt}$ correspondant aux volumes constants indiqués à la première colonne verticale; il sera fait à

propos du maximum de densité un Tableau à part des résultats fournis par les isothermes comprises entre 0° et 10°.

$\frac{\Delta p}{\Delta t} = B.$ N° 3. $\frac{1}{p}\frac{\Delta p}{\Delta t} = B.$

Volumes constants.	Pressions initiales.	0°—10°. B.	β.	10°—20°. B.	β.	20°—30°. B.	β.	30°—40°. B.	β.	40°—50°. B.	β.	50°—60°. B.	β.	60°—70°. B.	β.	70°—80°. B.	β.	80°—90°. B.	β.	90°—100°. B.	β.
	at		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0 0		0,0
1,0200	(51,5)															**15,5**	(0,261)	**14,6**	785	**15,3**	461
1,0150	(38,5)													**12,2**	(0,317)	**13,8**	857	**14,7**	493	**15,8**	355
1,0100	(39,5)											**11,0**	(0,279)	**12,5**	836	**14,0**	508	**15,0**	360	**16,0**	284
1,0050	(37,0)									**9,6**	(0,169)	**11,5**	746	**12,9**	481	**13,1**	331	**15,1**	286	**17,4**	256
1,0025	(36,5)							**7,7**	(0,211)	**9,8**	868	**11,7**	554	**13,1**	392	**14,2**	310	**15,4**	256	**16,5**	218
1,0015	(3,2)					**5,5**	(1,725)	**7,8**	(0.133)	**10,0**	735	**11,7**	498	**13,1**	369	**14,2**	294	**15,5**	247	**16,6**	211
1.0005	(24,0)					**5,7**	(0,237)	**7,9**	974	**10,1**	633	**11,8**	451	**13,1**	348	**14,3**	281	**15,5**	237	**16,6**	206
1,0000	1,0	**0,27**	(0,270)	**3,1**	(0,833)	**5,8**	(0,168)	**7,9**	856	**10,1**	686	**12,3**	454	**12,7**	320	**14,3**	275	**15,5**	233	**16,6**	202
0,9995	10,5	**0,33**	314	**3,2**	(0,228)	**5,9**	(0,129)	**7,9**	765	**10,1**	555	**12,1**	423	**13,0**	321	**14,5**	268	**15,5**	229	**16,7**	200
0,9985	29,7	**0,45**	152	**3,3**	956	**6,0**	891	**8,0**	637	**10,2**	493	**11,8**	383	**15,3**	310	**14,5**	258	**15,5**	220		
0,9975	49,0	**0,55**	112	**3,5**	633	**6,1**	680	**8,2**	545	**10,2**	443	**12,0**	358	**13,3**	294	**14,5**	248	**15,6**	223		
0,9950	99,0	**0,85**	086	**3,8**	349	**6,3**	431	**8,4**	405	**10,5**	360	**12,1**	304	**13,5**	260	**14,7**	225	**15,8**	198		
0,9925	150,0	**1,20**	080	**4,0**	250	**6,5**	321	**8,6**	320	**10,7**	303	**12,2**	265	**13,6**	232	**14,9**	207				
0,9900	201,0	**1,58**	079	**4,3**	199	**6,7**	257	**8.8**	269	**10,7**	259	**12,5**	238	**13,8**	213	**15,0**	191				
0,9850	306,4	**2,26**	074	**4,9**	149	**7,2**	190	**9,2**	204	**11,2**	207	**12,8**	196	**14,2**	181						
0,9800	416,0	**2,93**	070	**5,5**	123	**7,8**	156	**9,6**	166	**11,6**	172	**13,2**	167								
0,9750	529,0	**3,70**	070	**6,1**	108	**8,3**	132	**10,0**	141	**12,8**	158										
0,9700	647,0	**4,45**	069	**6,7**	096	**8,9**	117	**10,7**	126												
0,9650	768,5	**5,30**	069	**7,4**	089																
0,9600	895,5	**3,90**	066																		

» Les pressions initiales, indiquées entre parenthèses, correspondent à la limite supérieure de température du premier coefficient inscrit dans la même ligne horizontale.

$\frac{\Delta p}{\Delta t} = B.$ N° 4. $\frac{1}{p}\frac{\Delta p}{\Delta t} = \beta.$

Volumes constants.	Pressions à zéro.	0°,00—10°,10. B.	β.	10°,10—20°,40. B.	β.	20°,40—29°,45. B.	β.	29°,45—40°,45. B.	β.	40°,45—48°,85 B.	β.
	atm		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
1,000......	1	»	»	»	»	**6,0**	(0,175)	**7,8**	889	**10,2**	588
0,990......	201	**1,5**	074	**4,2**	194	**6,7**	260	**8,8**	276	**10,8**	260
0,980......	418	**3,1**	073	**5,0**	110	**8,0**	159	**9,8**	172	**11,2**	165
0,970......	468	**4**	070	**6,4**	092	**9,4**	124	**10,7**	127	**12,4**	128
0,960......	895	**6,2**	070	**8,0**	083	**10,4**	100	**12,3**	108	**13,5**	106
0,950......	1170	**7,6**	065	**9,4**	076	**11,7**	087	**13,3**	092	**14,3**	090
0,940......	1565	**9,3**	063	**10,6**	068	**12,4**	074	**14,4**	081	**16,4**	085
0,935......	1623	**10,0**	062	**11,2**	065	**13,8**	075	**14,8**	075	**16,7**	078
0,930......	1785	**11,1**	062	**11,8**	062	**14,8**	073	**15,3**	071	**17,1**	074
0,925......	1957	**11,9**	061	**12,9**	062	**15,7**	071	**16,1**	069	**17,0**	670
0,920......	2130	**12,6**	059	**13,9**	062	**15,5**	065	**16,8**	067	**18,7**	069
0,915......	2335	**12,5**	054	**14,0**	057	**16,7**	064	**17,9**	065	»	»
0,910......	2508	**14,4**	057	**15,6**	059	**17,1**	061	»	»	»	»

» *Variations des coefficients* B *et* β *avec le volume constant.* — Aux températures inférieures les valeurs du coefficient de pression (B) croissent rapidement quand le volume constant diminue (soit quand la pression initiale augmente); la variation est donc de même sens que pour les autres liquides, mais elle est incomparablement plus rapide, surtout en valeur relative; la température s'élevant, cette variation devient de moins en moins accentuée; elle est, vers 100°, du même ordre de grandeur que pour les autres liquides.

» La variation du coefficient β a lieu dans le même sens que pour les autres liquides.

» *Variation de* B *et* β *avec la température.* — Contrairement à ce qui a lieu avec les autres liquides, le coefficient de pression (B) varie rapidement avec la température; abstraction faite du changement de signe qui, comme pour le coefficient à pression constante, a lieu en passant par le maximum de densité, la valeur du coefficient de pression augmente rapidement quand la température croît; on voit, par exemple, que sous un volume égal à l'unité la valeur de (B) passe du simple au quintuple entre 10° et 100°, et que la variation est encore bien plus rapide entre 0° et 10°. Quoique cette variation soit de moins en moins accentuée quand la pression et la température croissent, elle est néanmoins sensible dans toute l'étendue des Tableaux; ici, comme pour les autres lois, l'eau doit certainement, sous une pression suffisante ou à une température suffisamment élevée, rentrer dans le cas des autres liquides.

» La variation de β avec la température est nécessairement plus compliquée que pour les autres liquides; (B) augmentant d'abord plus rapidement que la pression, (β) croît; mais bientôt c'est le contraire qui a lieu, (β) passe donc par un maximum, puis décroît ensuite indéfiniment. La température à laquelle se produit ce maximum de (β) croît quand le volume constant devient de plus en plus petit; le maximum, par suite, a lieu sous des pressions de plus en plus élevées, en même temps qu'il est de moins en moins accentué; cette perturbation, de même que celles relatives aux autres lois, s'efface donc progressivement sous des températures de plus en plus élevées ou sous des pressions de plus en plus considérables; je reviendrai sur ce point dans une prochaine Note à propos du maximum de densité. »

M. Haton de la Goupillière fait hommage à l'Académie d'une Brochure dans laquelle il a donné un théorème nouveau sur le centre des moyennes distances des sommets d'un polygone ([1]).

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1893.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix La Caze (*Chimie*). — MM. Berthelot, Schlœsing, Duclaux réunissent la majorité des suffrages, et seront adjoints aux Membres de la Section de Chimie. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur, Dehérain et Troost.

Grand prix des Sciences physiques. Prix du Budget (*Géologie*). — MM. Daubrée, Fouqué, Des Cloizeaux, Mallard, Gaudry réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Damour.

Prix Bordin (*Géologie*). — MM. Daubrée, Fouqué, Mallard, Des Cloizeaux, Gaudry réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur et Friedel.

Prix Delesse. — MM. Daubrée, Fouqué, Mallard, Des Cloizeaux, Gaudry réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Friedel et Moissan.

Prix Fontannes. — MM. Gaudry, Fouqué, Daubrée, Mallard, Des Cloizeaux réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Milne-Edwards et Perrier.

([1]) *Bulletin de la Société mathématique de France*, t. XXI, p. 5.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance : 1° un Ouvrage de M. *G. Foussereau,* ayant pour titre : « Polarisation rotatoire, réflexion et réfraction vitreuses, réflexion métallique. Leçons faites à la Sorbonne en 1891-1892. » (Présenté par M. Darboux.)

2° Les quatre Volumes et le premier Supplément du « Traité encyclopédique de Photographie, » de M. *Charles Fabre.*

Dans les quatre premiers Volumes, l'auteur expose les nombreux procédés publiés depuis l'invention de la Photographie jusqu'à l'année 1889. Le premier Supplément rend compte des progrès réalisés de 1889 à 1892.

M. **Lippmann** présente à l'Académie, au nom de MM. *Auguste* et *Louis Lumière* de Lyon, des photographies en couleurs exécutées d'après les méthodes interférentielles. Ces épreuves ont été obtenues par MM. Lumière sur des plaques au gélatinobromure d'argent, transparentes et isochromatiques, préparées par eux. Elles représentent, d'une part, un spectre solaire de grande dimension; d'autre part, une série d'objets reproduits très fidèlement : un paysage sur crépon japonais, un bouquet de fleurs artificielles, un disque de Newton en verres colorés et plusieurs chromolithographies.

On remarque notamment sur ces épreuves que les blancs sont rendus fidèlement avec leurs nuances diverses et leur éclat. Ces blancs ne sont visibles, comme les autres couleurs, que sous l'angle de la réflexion régulière; par diffusion, on ne voit, à l'endroit où ils sont marqués, que la couleur brun-foncé du précipité photographique. La reproduction exacte des couleurs les plus composées par la méthode interférentielle se trouve ainsi nettement démontrée.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la structure des groupes simples finis et continus.* Note de M. **Cartan**, présentée par M. Picard.

« Dans la résolution des équations algébriques, Galois détermine le nombre et la nature des équations auxiliaires au moyen de la structure

des groupes qui leur correspondent. D'une façon analogue, M. Lie a montré (*Ac. des Sc.*, Christiania, 1882) que, toutes les fois quu'n problème d'intégration dépend d'un *groupe fini et continu*, le nombre, le degré et la nature des équations auxiliaires sont déterminés par la structure de ce groupe. Les groupes de ces équations auxiliaires sont toujours, de même que chez Galois, des groupes *simples*.

» Les beaux travaux de MM. Picard et Vessiot ramènent la théorie des équations différentielles linéaires à l'étude de la structure d'un groupe.

» En conséquence, toutes les recherches sur la structure des groupes simples, continus ou discontinus, ont une extrême importance.

M. Lie a donné, entre autres (*Mat. Ann.*, B. XXV), une détermination complète de tous les groupes simples d'ordre r dont les plus grands sous-groupes sont d'ordre $r-1$, $r-2$ ou $r-3$. Il a de plus indiqué *quatre* grandes classes de groupes simples : le groupe projectif général à n variables, le groupe d'un complexe linéaire à $2n+1$ variables, et enfin le groupe projectif d'une surface du deuxième ordre à $2n$ et $2n+1$ variables.

» Dans une série de Notes parues dans les *Mathematische Annalen*, B. XXXI, XXXIII, XXXIV, XXXVI, M. Killing a publié des recherches étendues sur la structure des groupes. Il est arrivé, en particulier, au résultat extrêmement important que, à part les *quatre* grandes classes de groupes simples dont nous avons parlé plus haut, il n'y a que *cinq* groupes simples, qui ont respectivement 14, 52, 78, 133, 248 paramètres.

» Malheureusement, les considérations qui conduisent M. Killing à ces résultats manquent de rigueur. Il était, par suite, désirable de refaire ces recherches, d'indiquer ses théorèmes inexacts et de démontrer ses théorèmes justes. Je me permettrai d'indiquer rapidement les résultats auxquels je suis arrivé à cet égard.

» Dans la partie du Mémoire de M. Killing relative aux groupes simples se trouvent surtout deux lacunes importantes. En premier lieu, il ne considère que le cas où ce qu'il appelle l'*équation caractéristique* du groupe n'admet que des racines simples; il tente, il est vrai, de s'affranchir de cette restriction dans la troisième partie de son Mémoire, mais il s'appuie pour cela sur un théorème qu'il ne démontre que dans un cas particulier et qui, en général, est faux : à savoir que *si un groupe est son propre groupe dérivé, chaque transformation générale fait partie d'un sous-groupe formé d'autant de transformations échangeables entre elles, que l'équation caractéristique admet de racines identiquement nulles*. En second lieu, il ramène la détermination des groupes simples à la détermination de certains systèmes

de nombres entiers, mais il ne prouve pas du tout que toutes les racines de l'équation caractéristique ne dépendent que d'un seul de ces systèmes.

» Je suis parvenu à démontrer tous les résultats de M. Killing relatifs aux groupes simples. J'ai, de plus, déterminé complètement la structure des *cinq* groupes spéciaux cités plus haut (M. Killing en indique *deux* à 52 paramètres, mais ils sont identiques). J'ai trouvé, en particulier, pour le groupe à 14 paramètres, deux représentants dans un espace à cinq dimensions.

» Le premier est le plus grand groupe continu de transformations de contact de l'espace ordinaire, qui laisse invariant le système des deux équations aux dérivées partielles du deuxième ordre :

$$r = \tfrac{4}{3}t^3, \qquad s = t^2.$$

Ses fonctions caractéristiques sont

$$1, \quad x, \quad y, \quad p, \quad q, \quad z + xp, \quad 3z - yq, \quad 9zp - 4q^3, \quad 3yp - 4q^2,$$
$$y^2 + 4xq, \quad 3y^2p + 12zq - 8yq^2, \quad y^3 - 12xz + x^2p + xyq,$$
$$3yz - 3xyp - y^2q + 4xq^2,$$
$$36z^2 - 3(12xz + y^3)p - 36yzq + 12y^2q^2 + 16xq^3.$$

» Ce groupe laisse en même temps invariante une équation aux dérivées partielles du deuxième ordre, qui représente, dans l'espace (r, s, t), la développable dont le système défini plus haut représente l'arête de rebroussement.

» Le deuxième groupe est le plus grand groupe continu de l'espace à cinq dimensions qui laisse invariant le système des équations de Pfaff

$$dx_2 - x_4\,dx_1 = 0, \qquad dx_3 - x_2\,dx_1 = 0, \qquad dx_5 - x_4\,dx_2 = 0.$$

» Je demanderai à l'Académie la permission d'exposer, dans une prochaine Note, les résultats auxquels je suis arrivé, relativement à la structure des groupes en général. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un groupe simple à quatorze paramètres.* Note de M. F. **Engel**, présentée par M. Picard.

« Outre les *classes* de groupes continus simples, découvertes par M. S. Lie, il y a plusieurs groupes simples, dont l'existence a été reconnue

par M. Killing, parmi lesquels un groupe simple à quatorze paramètres, qui, comme groupe de transformations ponctuelles, ne peut exister que dans un espace à cinq dimensions au moins. M. Killing a déterminé la structure (*Zusammensetzung*) de ce groupe, mais il n'a déterminé aucun groupe ayant cette structure. C'est cette lacune que j'ai complétée, il y a plusieurs années; je demanderai à l'Académie de lui communiquer quelques-uns de mes résultats.

» Dans l'espace à cinq dimensions, il y a deux groupes de transformations ponctuelles à quatorze paramètres, qui ont la structure signalée. L'un de ces groupes, le groupe G_{14}, laisse invariante une équation de Pfaff, et peut être choisi de telle façon que, selon la terminologie de M. Lie, il constitue un groupe irréductible de transformations de contact de l'espace ordinaire. L'autre, le groupe G'_{14} laisse invariants deux systèmes non intégrables d'équations de Pfaff.

» Si l'on choisit convenablement les variables, le groupe G_{14} laisse invariant le système de ∞^5 droites défini par les équations

$$(1) \qquad dz + x_1\,dy_1 - y_1\,dx_1 + x_2\,dy_2 - y_2\,dx_2 = 0,$$

$$(2) \qquad dx_2^2 + \sqrt{3}\,dy_1\,dy_2 = dx_2\,dy_2 - 3\,dx_1\,dy_1 = dy_2^2 + \sqrt{3}\,dx_1\,dx_2 = 0.$$

» Ce système de droites se compose de toutes les droites appartenant au complexe linéaire (1) et coupant un certain cône de troisième ordre situé à l'infini.

» Les équations finies du système en question peuvent être mises sous la forme

$$(3) \qquad \begin{cases} y_2 = -\sqrt{3}\,x'_1 x_1 + \frac{1}{2}\sqrt{3}\,x'_2, & x_2 = y_2 x'_1 - \frac{1}{2}\sqrt{3}\,x'_3, \\ y_1 = -\dfrac{x'_2 x_1}{\sqrt{3}} + x'_4, & z = \dfrac{x'_3 y_2 + x'_2 x_2}{\sqrt{3}} + x'_1 x_1 + x'_5, \end{cases}$$

où les x' sont des paramètres.

» Dans (3) on peut considérer les x' comme coordonnées des points d'un autre espace à cinq dimensions. Alors le système (3) définit une transformation de contact, qui change lesdites ∞^5 droites de l'espace z, x_1, x_2, y_1, y_2, en points de l'espace x', et qui, d'autre part, change les points en certaines droites de l'espace x'. Par cette transformation, le groupe G_{14} est semblable au groupe G'_{14} annoncé plus haut.

» Le groupe G'_{14} de l'espace x' laisse invariant le système de ∞^5 droites,

qui est défini par les trois équations de Pfaff

$$(4)\qquad \begin{cases} \Delta_3 = dx'_3 + x'_1 dx'_2 - x'_2 dx'_1 = 0, \\ \Delta_4 = dx'_4 + \frac{1}{2}(x'_3 dx'_1 - x'_1 dx'_3) = 0, \\ \Delta_5 = dx'_5 + \frac{1}{2}(x'_2 dx'_3 - x'_3 dx'_2) = 0; \end{cases}$$

mais il y a encore deux systèmes invariants, savoir :

$$(5)\qquad 2\Delta_4 - x'_1\Delta_3 = 0, \qquad 2\Delta_5 + x'_2\Delta_3 = 0$$

et

$$(6)\qquad dx'^2_3 + 2\,dx'_2\,dx'_4 + 2\,dx'_1\,dx_5 = 0.$$

» Par un changement connu de variables, l'équation (6) prend la forme

$$\Sigma\, dx'^2 = 0;$$

ainsi le groupe G'_{14} peut être transformé dans un sous-groupe du groupe des transformations conformes de l'espace à cinq dimensions.

» La transformation de contact, dont nous avons fait mention, offre certaines analogies avec la transformation célèbre de M. Lie, qui change les sphères de l'espace ordinaire en droites de cet espace. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Démonstration de la transcendance du nombre e;* par M. **Adolf Hurwitz.** (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Je me suis occupé de nouveau, pendant cet hiver, des démonstrations de la transcendance de *e*. M. Hilbert, dont j'ai appelé l'attention sur la méthode de M. Stieltjes [1], a simplifié l'analyse de l'éminent géomètre [2], et, en étudiant son travail, je suis parvenu à une démonstration plus facile encore qui vient de paraître dans les *Nachrichten der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*. Je me permets de vous la transcrire ici. Je pars de l'identité

$$D_x[e^{-x}F(x)] = -e^{-x}f(x),$$

(1) *Sur la fonction exponentielle* (*Comptes rendus*, t. CX).

(2) *Nachrichten von der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*, n° 2, v. J. 1893; *Ueber die Transcender der Zahlen e und* π, von David Hilbert.

où $f(x)$ désigne une fonction entière de degré r; en posant, pour abréger,

$$F(x) = f(x) + f'(x) + \ldots + f^{(r)}(x),$$

et en appliquant la relation connue

$$\varphi(x) - \varphi(0) = x\varphi'(\vartheta x) \qquad (0 < \vartheta < 1),$$

je trouve

$$\text{(A)} \qquad F(x) - e^x F(0) = -xe^{(1-\vartheta)x} f(\vartheta x).$$

Supposons maintenant qu'on ait l'équation

$$\text{(B)} \qquad C_0 + C_1 e + C_2 e^2 + \ldots + C_n e^n = 0,$$

C_0, C_1, ..., C_n étant des nombres entiers, C_0 étant positif et différent de zéro. En désignant par p un nombre premier plus grand que C_0 et que n, je fais

$$f(x) = \frac{1}{(p-1)!} x^{p-1}(1-x)^p(2-x)^p \ldots (n-x)^p,$$

et j'applique la formule (A) pour les valeurs $x = 1, 2, \ldots, n$. J'obtiens ainsi

$$F(x) - e^k F(0) = \varepsilon_k \qquad (k = 1, 2, \ldots, n),$$

les quantités ε_k devenant infiniment petites lorsqu'on fait croître p, $F(0)$, $F(1)$, ..., $F(n)$ étant des entiers dont le premier n'est pas divisible par p, tandis que tous les autres contiennent p en facteur. Or on tire de l'équation (B)

$$C_0 F(0) + C_1 F(1) + \ldots + C_n F(n) = 0$$

lorsque p est supérieur à une certaine limite, et cette relation implique une contradiction, tous les termes étant divisibles par p, excepté le premier qui ne l'est pas.

» Cette démonstration me semble remarquable en ce point, qu'elle ne fait usage que des premiers principes du Calcul différentiel et qu'elle peut être donnée, par conséquent, dans un cours tout à fait élémentaire. »

PHYSIQUE. — *Comparaison du mètre international avec la longueur d'onde de la lumière du cadmium.* Note de M. **Albert-A. Michelson**, présentée par M. Mascart.

« La mesure des longueurs d'ondes lumineuses en valeurs métriques exige deux opérations distinctes : la première est la détermination de l'ordre d'interférence produit par une source aussi homogène que possible entre les rayons réfléchis par deux plans parallèles; la seconde est la comparaison de la distance des plans avec le mètre.

» Pour appliquer cette méthode, il faut d'abord réaliser des interférences d'ordre très élevé et, en second lieu, contrôler la position des surfaces avec une telle exactitude, que leur distance, même très grande, se détermine avec une approximation de quelques millionièmes de millimètre et que leur parallélisme soit vérifié jusqu'à une petite fraction de seconde.

» Une étude préliminaire des radiations émises par vingt espèces de sources a montré qu'il en existe très peu dont l'homogénéité soit suffisante pour que leurs longueurs d'onde puissent servir comme étalons absolus de longueur.

» La plupart des sources qui correspondent aux raies brillantes du spectre sont doubles, triples ou même de constitution encore plus complexe; cependant, les radiations émises par la vapeur du cadmium paraissent assez simples pour satisfaire aux meilleures conditions.

» Toutefois, quand les vapeurs se produisent à la pression atmosphérique, la différence de marche des rayons interférents ne peut pas être portée au delà de 2 ou 3 centimètres, soit 40 000 à 60 000 longueurs d'onde.

» Ces chiffres sont à peu près les mêmes que ceux qu'a trouvés M. Fizeau dans ses expériences célèbres d'interférence à grande différence de marche avec la lumière de la soude.

» Si le défaut d'homogénéité de la source que révèle cette limite est dû aux chocs fréquents des molécules vibrantes entre elles ou avec celles du gaz ambiant, ce qui les empêcherait d'exécuter librement leurs propres vibrations, on doit pouvoir augmenter beaucoup l'ordre d'interférence en plaçant le corps rayonnant dans le vide, afin de diminuer le nombre des chocs.

» Grâce à cette disposition, il a été possible d'obtenir avec une raie du mercure des interférences correspondant à une différence de marche d'à peu près un demi-mètre ou 850000 longueurs d'onde. L'examen des variations de netteté des franges, à mesure que la différence de marche augmente, montre cependant que la source est encore très complexe; elle paraît toujours simple avec les plus grandes dispersions qu'il est possible de réaliser [1], tandis qu'elle renferme en réalité au moins six composantes distinctes [2].

» L'examen des radiations de la vapeur de cadmium, fait à ce point de vue, montre que la raie rouge ($\lambda = 0^{\mu},6439$) est presque idéalement simple, quoique un peu plus large que les composants de la raie verte du mercure. La netteté des franges diminue suivant une loi exponentielle pour disparaître lorsque la différence de marche approche de 25^{cm} ou 400000 longueurs d'onde; pour un retard de 10^{cm}, la visibilité est environ 0,60 de sa valeur maximum. Le cadmium donne encore trois autres raies remarquables, verte, bleue et violette; les deux premières sont également très simples et donnent des franges presque aussi visibles que celles de la raie rouge.

» On a ainsi, par une même substance, trois sortes de radiations qui peuvent être examinées successivement sans modifier la disposition des appareils; la concordance des résultats qu'elles fournissent à chaque accroissement de distance est un contrôle très important de l'exactitude des mesures.

» L'appareil employé pour observer ces phénomènes d'interférence sert en même temps pour la comparaison des étalons intermédiaires entre eux et avec le mètre; on peut l'appeler *comparateur interférentiel*. La partie essentielle de cet instrument se compose d'une plaque de verre à faces optique-

---

(1) Un bon réseau, observé avec soin, permet de distinguer un petit compagnon très près de la raie principale.

(2) La méthode qui permet de conduire à ce résultat est basée sur la relation qui existe entre la distribution de la lumière de la source et la *courbe de visibilité* des franges. La visibilité V est donnée par l'équation

$$V_2 = \frac{[\int \varphi(x) \cos 2\pi Dx\, dx]^2 + [\int \varphi(x) \sin 2\pi Dx\, dx]^2}{[\int \varphi(x)\, dx]^2},$$

dans laquelle $\varphi(x)$ représente la loi de distribution de lumière dans la radiation considérée et D la différence de marche.

ment planes et parallèles et de deux miroirs plans. La lumière qu'on veut examiner tombe sur la plaque de verre, dont la première surface est légèrement argentée, sous une incidence quelconque mais ordinairement à 45°. Le faisceau incident se partage en deux, l'un réfléchi et l'autre transmis. Le faisceau réfléchi est renvoyé par l'un des miroirs et traverse ensuite la plaque de verre; l'autre est renvoyé par le second miroir, se réfléchit sur la plaque et se propage ensuite dans la même direction. Des considérations élémentaires montrent que cet arrangement équivaut à la superposition de deux faisceaux qui seraient réfléchis l'un sur le premier miroir, l'autre sur l'image du second par rapport à la glace. Si la distance de ces deux surfaces planes, l'une réelle et l'autre virtuelle, est très petite, on peut employer la lumière blanche; et l'on observe alors des franges colorées, analogues aux anneaux de Newton et localisées sur les surfaces elles-mêmes. Si, au contraire, la distance est de plusieurs longueurs d'onde, il faut employer une lumière monochromatique.

» Il suffit d'examiner le cas où les surfaces sont rigoureusement planes et parallèles. Il est facile de voir que les franges sont alors des anneaux concentriques à l'infini; on peut donc les régler à l'œil ou les observer dans le plan focal principal d'une lunette. Par conséquent, si l'on peut arriver à conserver rigoureusement le parallélisme des surfaces pendant leur mouvement, alors, quoique la source ait une étendue apparente assez grande, les franges sont toujours distinctes.

» La seule difficulté est d'évaluer l'ordre d'interférence. Cette difficulté pourrait être résolue par un procédé stroboscopique basé sur la périodicité des étincelles d'induction qui produisent l'illumination des vapeurs, et dont la période (par un mécanisme facile à construire) contient un nombre exact et assez considérable d'alternatives de maxima et de minima des franges qui passent.

» Il y a une autre méthode qui me paraît plus sûre, et qui a été déjà mise en pratique dans les expériences préliminaires que j'ai faites en collaboration avec M. Morley; c'est d'employer plusieurs étalons de longueurs intermédiaires, dont chacun est approximativement le double du précédent. Ces étalons sont comparés entre eux d'une manière très exacte en corrigeant, par une observation directe à chaque opération, la fraction de frange qui excède un nombre entier. L'exactitude de cette comparaison est d'ailleurs contrôlée par la concordance des résultats obtenus avec les trois radiations différentes. On arrive ainsi à connaître sans erreur le nombre de franges et la fraction complémentaire qui corres-

pond à une distance de 10^{cm} entre les surfaces dans des conditions déterminées de température et de pression.

» La comparaison de l'étalon final de 10^{cm} avec le mètre se fait en déplaçant cet étalon de sa propre longueur, opération qui se répète dix fois; on contrôle à chaque pas la position et l'inclinaison des surfaces par l'observation des franges d'interférence à la lumière blanche [1].

» A la première position et à la dernière, on compare au moyen des microscopes à micromètre un trait que porte l'étalon avec les deux traits du mètre normal [2].

» Le Comité international des Poids et Mesures m'a fait l'honneur de m'inviter à répéter au Pavillon de Breteuil ces expériences suivant le programme ici indiqué. Les appareils nécessaires, construits pour ce but en Amérique, ont été transportés à Paris au mois de juillet de l'année dernière.

» Les études préliminaires et le réglage des divers organes ont occupé tout notre temps jusqu'à la fin d'octobre, époque à laquelle ont commencé les mesures définitives. Les observations ont été faites d'abord simultanément par M. Benoît, directeur du Bureau International, et par moi-même; mais M. Benoît fit une maladie grave à la fin de la première série et j'ai été ensuite privé de son précieux concours.

» Je suis heureux de saisir cette occasion pour le remercier pour toutes les facilités qu'il a bien voulu mettre à ma disposition et pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail. J'ai trouvé en même temps une assistance dévouée de la part de MM. Chappuis et Guillaume, pour la suite du travail, et de M. F.-L.-O. Wadsworth, pour la construction et l'installation des appareils; je m'empresse de leur exprimer toute ma reconnaissance.

» Les deux séries d'observations que j'ai pu mener jusqu'à la fin ne sont pas encore entièrement réduites; mais un calcul approximatif montre qu'il n'existe pas entre elles une différence d'une longueur d'onde sur la

---

(1) Ce moyen de produire le *contact optique* présente l'avantage que la position et l'inclinaison de l'une des surfaces peuvent être contrôlées par les interférences que donne l'image virtuelle de l'autre. Il n'y a pas à craindre que l'appareil soit déréglé pendant les observations. Aussi peut-on arriver au contact absolu, ce qui n'est pas possible avec les surfaces réelles, et dépasser cette position de part et d'autre à volonté.

(2) Dans les expériences actuelles, cette comparaison a été faite avec un mètre auxiliaire, qui, à son tour, a été comparé directement avec le mètre normal.

distance totale des deux traits extrêmes du mètre étalon, ce qui correspond à une erreur d'environ $\frac{1}{1500000}$ ([1]).

» Nous avons ainsi un moyen de comparer la base fondamentale du système métrique à une unité naturelle avec une approximation du même ordre que celle que comporte la comparaison de deux mètres étalons. Cette unité naturelle ne dépend que des propriétés des atomes vibrants et de l'éther universel; c'est donc, selon toute probabilité, une des grandeurs les plus fixes dans toute la nature. »

OPTIQUE. — *Photographie des réseaux gravés sur métal.* Note de M. **Izarn**, présentée par M. Mascart.

« La méthode de reproduction photographique des réseaux sur lame transparente que j'ai décrite précédemment ([2]) peut paraître au premier abord impuissante dans le cas où il s'agirait de réseaux opaques, métalliques par exemple; il n'en est rien cependant. J'ai constaté, en effet, que, si l'on expose au Soleil un pareil réseau après avoir appliqué sur lui une couche de gélatine bichromatée en suivant la technique que j'ai fait connaître, la reproduction est de qualité tout à fait comparable à celle que l'on obtient dans le cas de la transparence. Seulement le bon contact des deux surfaces paraît ici beaucoup plus important et c'est ce qui m'a empêché d'avoir une bonne épreuve d'un très grand et magnifique réseau de Rowland au $\frac{1}{600}$ sur lequel j'ai essayé le procédé. Ce réseau étant tracé sur une surface concave en métal des miroirs, les coins seuls sont venus, portant d'ailleurs des fragments très nets des anneaux que j'ai obtenus avec des lentilles convexes ([3]); mais, même dans les parties centrales, *l'effet réseau* pouvait être observé en pleine lumière du Soleil et en choisissant bien l'incidence et cela quoique les traits fussent absolument invisibles au microscope, ce que j'ai aussi constaté bien souvent sur des épreuves obtenues par transparence mais avec très grande insuffisance de pose. Pour le dire en passant ceci montre très bien, comme l'a fait observer Lord Rayleigh ([4]) que le-

---

([1]) Dans la détermination des valeurs relatives des trois longueurs d'onde, l'erreur est seulement de l'ordre de $\frac{1}{20000000}$.

([2]) *Comptes rendus*, p. 506, mars 1893.

([3]) *Ibid.*, p. 572, mars 1893.

([4]) *Phil. Magazine*; 1874.

dit *effet* n'exige pas nécessairement une succession de traits alternativement opaques et transparents, mais une simple modification se reproduisant périodiquement à intervalles égaux et amenant des différences de phase correspondantes.

» Une pareille reproduction photographique (par réflexion) sur une couche photographique absolument transparente, que la lumière traverse complètement avant de tomber sur le réseau sous-jacent, ne me paraît guère pouvoir s'expliquer que par le phénomène des ondes stationnaires. Sur les parties brillantes qui séparent les traits, le faisceau réfléchi a une intensité presque égale à celle du faisceau incident et la couche sensible se divise à cet endroit en feuillets alternativement solubles et insolubles.

» Sur les parties qui correspondent aux traits eux-mêmes où la réflexion s'effectue, soit d'une façon moins intense ou du moins d'une façon différente, les choses se passent autrement et la structure de la couche correspondante de gélatine doit être aussi différente après développement. Quoi qu'il en soit de l'explication, qui demande à être étudiée de près, c'est à cette idée préconçue que je dois d'avoir essayé l'expérience qui m'a si bien réussi. »

OPTIQUE. — *Sur la polarisation atmosphérique*. Note de M. **A. Hurion**, présentée par M. Mascart.

« D'après la théorie de la polarisation par diffusion exposée par M. L. Soret (1), la quantité de lumière polarisée, dans un milieu indéfini éclairé par un large faisceau de lumière, varierait suivant la direction de la ligne de visée d'après une loi assez simple. Si l'on désigne par ω l'angle de la ligne de visée avec la normale à l'axe du faisceau, la quantité de lumière polarisée serait donnée par la formule

$$p = \frac{a\cos^2\omega}{2 - a\cos^2\omega}.$$

» Cette expression représente bien les résultats obtenus dans le cas d'un faisceau de lumière électrique traversant un milieu trouble (2).

» Il était à prévoir que le phénomène se compliquerait dans le cas de

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIV, p. 503.
(2) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 910.

la polarisation atmosphérique, même en observant dans le plan vertical passant par le Soleil. C'est, en effet, ce qu'indiquent les mesures faites dans ces conditions avec un photopolarimètre de M. Cornu, monté comme la lunette d'un théodolite. On peut facilement, après avoir pointé le tube de l'instrument sur le Soleil, se placer à des distances angulaires données de cet astre.

» Les observations faites dans la partie du ciel opposée au Soleil à partir de la distance angulaire de 90°, qui correspond à la polarisation maxima, ne sont plus représentées par la formule précédemment indiquée; mais l'expérience apprend que l'on doit introduire un terme correctif et employer l'expression modifiée

$$p = \frac{a \cos^2 \omega - b \sin^2 \omega}{2 - (a \cos^2 \omega - b \sin^2 \omega)}.$$

» Je citerai, à titre d'exemple, les résultats obtenus à Clermont le 29 mars dernier, en observant d'abord avec un verre bleu et ensuite avec un verre rouge :

	Verre bleu $\begin{cases} a = 0,747 \\ b = 0,15 \end{cases}$			*Verre rouge* $\begin{cases} a = 0,739 \\ b = 0,12 \end{cases}$	
	p			p	
ω.	observé.	calculé.	ω.	observé.	calculé.
0°	0,597	0,598	0°	0,586	0,586
10	0,566	0,566	10	0,559	0,554
20	0,479	0,474	20	0,479	0,470
30	0,336	0,354	30	0,348	0,355
40	0,236	0,233	40	0,243	0,237
50	0,117	0,124	50	0,131	0,133

» Une observation faite le 8 avril au sommet du Puy de Dôme, avec un verre bleu, conduit au même résultat.

» Les constantes sont alors $a = 0,703$, $b = 0,10$.

	p	
ω.	observé.	calculé.
0°	0,543	0,542
10	0,519	0,514
20	0,438	0,437
30	0,329	0,341
40	0,227	0,227
50	0,129	0,125

» On voit, d'après ces nombres, que la formule représente les observations à $\frac{1}{80}$ près.

» Je me propose de continuer ces études par des observations comparatives faites aux deux stations de l'Observatoire et de revenir plus tard sur les conséquences qu'on peut en tirer, soit au point de vue de la Météorologie, soit au point de vue de la théorie de la polarisation. »

PHYSIQUE. — *Recherche des alcools supérieurs et autres impuretés dans l'alcool vinique.* Note de M. **Émile Gossart**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Communication du 26 octobre 1891, je signalais à l'Académie un ensemble de faits qui, tout en rattachant les phénomènes de caléfaction aux phénomènes capillaires, fournissent une méthode d'analyse pour tous les mélanges liquides, et en particulier pour les alcools.

» Cette analyse se ramène à l'observation des roulements ou plongeons de gouttes de composition connue, tombant de 1^{mm} de haut, avec un intervalle de 30″, sur un ménisque en pente plane.

» J'ai cherché depuis lors à résumer les faits en un seul principe, et à tirer de ce principe « un procédé simple, sensible et précis pour déterminer dans les spiritueux du commerce et les boissons alcooliques la » présence et la quantité des substances autres que l'alcool vinique ».

» *Principe unique.* — Deux mélanges liquides, semblables qualitativement mais différents quantitativement, roulent l'un sur l'autre quand ils se rapprochent de l'identité de composition, mais font le plongeon l'un dans l'autre quand ils s'éloignent suffisamment de cette identité, et la ligne de démarcation très précise (marquée d'ailleurs par un phénomène limite, l'alternance des plongeons et des roulements) se prête à l'analyse de l'un des liquides par l'autre.

» Toutes les impuretés liquides que renferme le véhicule principal se dosent successivement par un réactif formé de ce liquide principal pur et de l'impureté qu'on a en vue; chacune des impuretés mélangées se comporte, dans certaines limites, comme si elle était seule au sein du liquide d'essai.

» Dans le cas des alcools, il importait d'arriver à la sensibilité du millième, par un dosage direct sur quelques centimètres cubes. Il fallait donc chercher dans quelles conditions on pourrait faire cesser les roulements pour la plus petite différence de composition entre la goutte et la pente liquide.

» J'ai, pour cela, divisé le problème en deux :

» 1° *Recherche des conditions de plongeons et roulements des mélanges d'eau et d'alcool vinique.*

» 2° *Recherche des mêmes conditions pour les mélanges suivants : alcool vinique à titre fixe avec doses variables de chaque impureté.*

» Ne pouvant donner ici les courbes qui représentent dans chaque cas la ligne de démarcation mentionnée plus haut, je me bornerai aux résultats principaux.

» Première partie : Alcoométrie. — Un alcool ne roule bien sur lui-même qu'à partir de 20° (l'eau étant un des liquides qui se prêtent le plus mal au roulement à cause de sa grande chaleur latente).

» L'alcool à 20° ne roule que sur des alcools de un peu plus de 19° et un peu moins de 21°; et l'alcool à 25° sur des alcools présentant un écart symétrique un peu plus grand.

» Enfin, de 40° à 90°, un alcool quelconque roule et ne roule que sur tout alcool qui ne s'écarte de lui que de 5° en plus ou en moins.

» Comme ces résultats sont indépendants des matières étrangères dissoutes dans les boissons, j'en ai déduit accessoirement un procédé alcoométrique.

» On y utilise à chaque instant cette remarque : avec n^{cc} d'un alcool N°, on fait une eau-de-vie n°, en les étendant par de l'eau à N^{cc}.

» 1° Soit une liqueur de degré supérieur à 20°. On en mesure 20^{cc}, on l'étend progressivement avec de l'eau jusqu'à ce qu'elle commence puis cesse de rouler à toutes gouttes sur une eau-de-vie à 20°. La moyenne des deux volumes ainsi obtenus sera le volume N de la dilution au moment où elle marquait 20°, c'est-à-dire présentait le roulement parfait sur 20°. N sera le titre.

» 2° Soit une boisson de degré inférieur à 20°, un vin par exemple. On prend 20^{cc} de ce vin, puis 20^{cc} d'eau-de-vie de vinage 39°, 2, que l'on mélange dans une fiole. Sans l'alcool du vin, ce mélange serait à 20°. Pour compenser cet alcool, on ajoute peu à peu P dixièmes de centimètres cubes d'eau, jusqu'à obtenir le roulement parfait sur l'eau-de-vie à 20°. Le titre est P dixièmes de degré, comme le démontrent un petit calcul bien simple et l'expérience.

» Mais, par cette étude des roulements et plongeons de mélanges d'eau et d'alcool, j'avais surtout en vue de perfectionner mon procédé de dosage des impuretés alcooliques.

» *A priori,* la richesse alcoolique la plus avantageuse pour la sensibilité devait être celle où le matelas de vapeur qui fait rouler la goutte est voisin de sa limite de stabilité. Il est alors plus facile à détraquer par l'impureté

de la goutte, et une trace d'impureté dans le vase rétablit l'homéotropie.

» L'artifice qui décuple la sensibilité consiste donc à amener à 25° les deux alcools que l'on compare.

» Deuxième partie : Impuretés alcooliques. — *Alcool amylique.* — A défaut de courbes, je dirai qu'une différence d'environ 5 millièmes entre la composition de la goutte et celle du ménisque suffit pour empêcher les roulements.

» Le cas le plus intéressant est le suivant : Soit l'alcool 25° à 6 millièmes d'alcool amylique dont on fait tomber dix gouttes sur l'alcool 25° du vase; on aura :

» 0 roulement sur l'alcool pur, roulement limite de cinq à sept gouttes sur 1 millième d'amylique, et roulement complet des dix gouttes sur l'alcool à 2, 3, 4, etc. millièmes.

» Ces roulements durent généralement plus d'une minute, probablement par l'insolubilité de l'alcool amylique. Les résultats sont indépendants de la présence des autres impuretés.

» On voit donc que l'alcool 25° à 6 millièmes d'amylique constitue un réactif pour le dosage du ou des millièmes d'alcool amylique que peut contenir un spiritueux.

» Il suffira d'amener ce spiritueux à 25°, par la règle rappelée plus haut, et de l'étendre avec de l'alcool 25° pur, jusqu'à ce que le roulement complet cesse pour faire place au roulement limite.

» *Alcool butylique.* — La ligne de démarcation se confond à l'origine avec la précédente. L'alcool 25° à 6 millièmes d'alcool butylique sera donc ici encore le réactif.

» *Alcool propylique.* — Il faut forcer un peu la dose, et prendre comme réactif dosant le millième, pour les mêmes raisons, l'alcool 25° à 7 millièmes de propylique.

» *Acétone.* — L'alcool 25° à 20 millièmes d'acétone est le mélange le plus pauvre qui puisse plonger dans l'alcool pur. Mais il roule à limite sur l'alcool à 3 millièmes d'acétone et à toutes gouttes sur des mélanges plus riches. Il peut donc servir à doser l'acétone dans les méthylènes, alcools dénaturés, alcools fraudés.

» *Aldéhyde.* — La sensibilité est la même que la précédente; mais elle est bien insuffisante dans la pratique, de même que pour le furfurol, même avec rectification.

» Pour les impuretés de queue, au contraire, la sensibilité me paraît suffisante; on peut l'accroître encore, soit en prenant les alcools à 20°, ce qui rapproche les courbes limites, soit en donnant la richesse 25° non par

addition d'eau, mais, au contraire, par une rectification qui concentrera ces impuretés. Avec un même rectificateur, une étude préalable du thermomètre fait connaître l'instant où ce titre 25° est atteint.

» On peut donc apprécier rapidement des fractions de millième pour chaque alcool supérieur. Les courbes fournissent d'ailleurs des vérifications variées. »

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur les relations générales qui existent entre les coefficients des lois fondamentales de l'Électricité et du Magnétisme.* Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. Cornu.

« 1. Considérons ces lois dans l'ordre où elles ont été découvertes.

» Les deux premières sont les lois de Coulomb

(1) $$f = k\frac{qq'}{r^2};$$

(2) $$f = k'\frac{\mu\mu'}{r^2}.$$

» Les coefficients k et k' qu'elles renferment doivent être considérés comme caractéristiques des milieux où se produisent les actions, et auraient dû être conservés, par suite, dans toutes les formules d'Électrostatique et de Magnétisme, tant que leur nature physique n'était pas déternée, au moins dans toutes les recherches théoriques.

» Admettons que les *quantités* d'électricité et de magnétisme représentées dans (1) et (2) par q et μ soient exprimables en fonction des unités fondamentales de la Mécanique (unités de longueur L, de masse M, de temps T), ainsi que les coefficients k et k', dont nous représenterons les unités par K et K'.

» Alors, si nous désignons par n et n' des *nombres*, on peut écrire la *définition en dimensions* des quantités q et μ de la façon suivante,

(3) $$q = n\,\mathrm{K}^{-\frac{1}{2}}\mathrm{M}^{\frac{1}{2}}\mathrm{L}^{\frac{3}{2}}\mathrm{T}^{-1} = n\,\mathrm{K}^{-\frac{1}{2}}\mathrm{L}\sqrt{\mathrm{F}};$$

(4) $$\mu = n'\,\mathrm{K}'^{-\frac{1}{2}}\mathrm{M}^{\frac{1}{2}}\mathrm{L}^{\frac{3}{2}}\mathrm{T}^{-1} = n'\,\mathrm{K}'^{-\frac{1}{2}}\mathrm{L}\sqrt{\mathrm{F}},$$

F désignant l'unité dérivée de force $= \mathrm{MLT}^{-2}$.

» On en déduit, d'après les définitions ou les théorèmes connus, les expressions en dimensions des diverses quantités électriques et magnétiques, en fonction de K et K'.

» 2. La découverte de la pile et des effets de l'électricité en mouve-

ment n'introduisirent dans les formules exprimant ces effets aucun coefficient nouveau semblable à k et k'. Seulement l'identité d'action des courants produits par les piles et les machines électrostatiques conduit tout naturellement à définir l'intensité d'un courant par la quantité d'électricité qui passe dans l'unité de temps à travers une section du circuit, cette quantité étant de la même nature physique que celle qui est représentée, en électrostatique, par $q = n\,\mathsf{K}^{-\frac{1}{2}}\mathsf{L}\sqrt{\mathsf{F}}$. D'après cette conception, confirmée plus tard par Faraday, la définition de cette intensité i est donc

$$(5)\qquad i = n\frac{q}{t} \quad \text{ou plutôt} \quad i = n\frac{dq}{dt} = n\,\mathsf{K}^{-\frac{1}{2}}\mathsf{L}\mathsf{T}^{-1}\sqrt{\mathsf{F}},$$

n étant bien un coefficient purement numérique.

» 3. En 1820, l'expérience d'OErstedt vint établir un lieu entre les courants et les aimants, une relation entre les quantités telles que i et telles que μ; mais, avant que cette relation ne fût exprimée sous la forme même qu'on donna plus tard à la loi de Laplace, Ampère découvrit les actions électrodynamiques, et la formule

$$(6)\qquad f = a\frac{ii'\,ds\,ds'}{r^2}(2\cos\theta - 3\cos\alpha\cos\alpha')$$

qui en exprime la loi. Il introduisit ainsi un troisième coefficient, que nous représentons par a, caractéristique, comme k et k', du milieu dans lequel se produisent les phénomènes, et dont nous devons laisser la nature indéterminée, nous contentant de représenter son unité par A.

» Les intensités i et i', qui entrent dans la formule d'Ampère, étant définies par la relation (5), cette formule, dont toutes les conséquences ont été d'ailleurs vérifiées par l'expérience, *doit être homogène* nécessairement.

» Il en résulte, d'après (5), la relation *nécessaire* suivante

$$(7)\qquad \frac{k}{a} = n\,\mathsf{L}^2\mathsf{T}^{-2},$$

relation qu'on peut énoncer ainsi :

» I. *Le rapport des coefficients qui entrent dans la loi électrostatique de Coulomb et la loi d'Ampère représente le carré d'une vitesse.*

» Considérons maintenant la loi de Laplace sous sa forme complète

$$(8)\qquad f = \lambda\frac{\mu\, i\, ds \sin\alpha}{r^2}.$$

» Cette formule doit être homogène. En y remplaçant i et μ par leurs expressions (4) et (5), on trouve qu'il résulte de l'homogénéité la relation

nécessaire suivante

$$(9) \qquad \frac{kk'}{\lambda^2} = n' L^2 T^{-2}.$$

» II. *Le rapport du produit des coefficients de deux lois de Coulomb au carré du coefficient de la loi de Laplace représente le carré d'une vitesse.*

» En rapprochant l'une de l'autre les équations (7) et (9), il en résulte

$$(10) \qquad \lambda^2 = \mathrm{N}a.k';$$

d'où ce corollaire des deux propositions précédentes :

» *Le coefficient de la loi de Laplace est, à une constante numérique près, la moyenne proportionnelle entre les coefficients de la loi d'Ampère et de la loi magnétique de Coulomb.*

» Or, si l'on examine les expériences et les calculs d'où Ampère et Savary ont conclu à l'identité des aimants et de certains systèmes de courants; si, comme cela doit être fait, on laisse dans toutes les formules les coefficients k', λ, a, on arrive à ce résultat que l'identification des lois de l'électrodynamique et de l'électromagnétisme est complète si les valeurs des coefficients satisfont à la condition

$$(11) \qquad \lambda^2 = ak',$$

c'est-à-dire précisément à la relation (10) déduite uniquement de considérations d'homogénéité, et dans laquelle le facteur numérique N serait égal à 1.

» On peut remarquer : 1° que la relation précédente entre λ, a et k', est indépendante du coefficient k de la loi électrostatique de Coulomb; 2° qu'elle ne dépend pas de la loi d'Ohm; elle aurait pu être formulée avant la découverte de cette loi.

» 4. Cette loi elle-même n'a introduit en électromagnétisme aucun coefficient nouveau analogue à k, k', a et λ. On peut la considérer comme servant à définir la notion de *résistance électrique*.

» 5. La loi de Joule, comme celle d'Ohm, n'introduisit pas de coefficient nouveau, et elle ne donne pas de relation nouvelle entre les coefficients k, k', a et λ.

» 6. La découverte de l'induction, et les conséquences qu'on en a déduites, n'ont introduit aucun coefficient autre que ceux dont nous parlons, et qui suffisent pour définir les quantités qui entrent dans les formules de l'induction. En particulier l'*induction mutuelle* et l'*auto-induction* s'expriment en dimensions, d'après leur définition physique, quand on laisse

dans les formules les coefficients λ, k' ou a, par l'expression

$$n\frac{\mathrm{A}^2}{\mathrm{K}'}\mathrm{L} \quad \text{ou bien} \quad n\mathrm{AL},$$

d'après la relation (10).

» Ainsi les coefficients k, k', a et λ, ou même k et deux des trois autres, suffisent actuellement pour exprimer toutes les grandeurs électriques et magnétiques, et les relations générales (8), (9), (10) qui existent entre eux ne préjugent rien sur leur nature physique : que ce soient des constantes numériques ou des quantités physiques exprimables en longueurs, temps et masses, les relations ci-dessus sont toujours vraies; on peut les considérer comme des conséquences *nécessaires* des définitions mêmes des grandeurs q, μ, i, et de la *forme* mathématique des lois de Coulomb, d'Ampère et de Laplace.

» Dans une prochaine Communication, j'indiquerai les conséquences générales qu'on en peut déduire. »

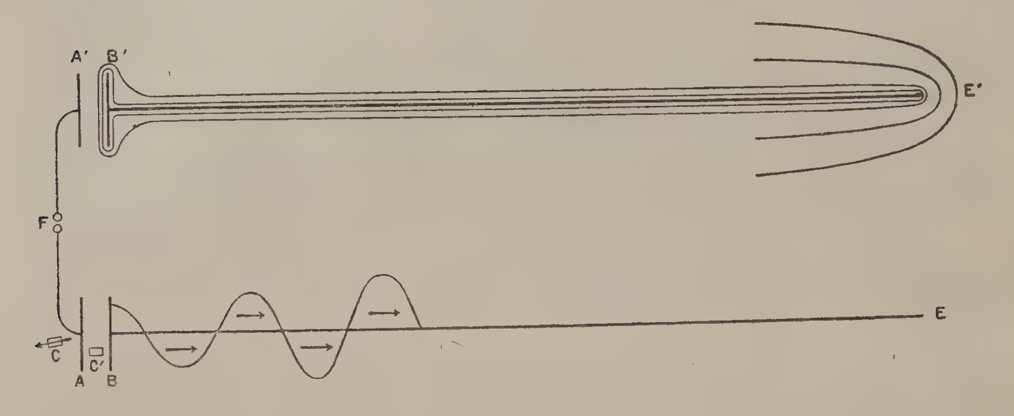
ÉLECTRICITÉ. — *Sur la réflexion des ondes électriques à l'extrémité d'un conducteur linéaire.* Note de M. **Birkeland**, présentée par M. Poincaré.

« La théorie de M. Poynting sur le mouvement de l'énergie électromagnétique peut nous donner des idées assez claires de ce qui se passe dans un champ où se produisent des oscillations hertziennes, même dans le cas où nous ne pouvons pas résoudre les équations de Maxwell.

» Nous nous proposons ainsi de déduire quelques conséquences intéressantes à l'aide de la théorie selon laquelle l'énergie électromagnétique se meut dans l'espace suivant une direction normale aux lignes des forces électriques et magnétiques en chaque point, en sorte que la somme algébrique de l'énergie passant par l'unité de surface pendant l'unité de temps est égale au produit des deux forces par le sinus de leur angle et le facteur $\frac{1}{4\pi A}$. La direction du courant d'énergie est celle d'une *vis à droite,* quand on la tourne de la direction positive de la force électrique vers celle de la force magnétique. Examinons donc comment l'énergie rayonne des environs d'un excitateur avec les appareils complémentaires indiqués dans la figure ci-jointe [1].

(1) Pour l'explication de la figure, *voir* ma Note du 16 janvier.

» Au moment où une étincelle jaillit en F, chaque élément d'espace possède déjà, d'après les idées de Maxwell, une certaine énergie électrostatique qui se trouve essentiellement dans le voisinage de l'excitateur entre les plaques collectrices. Quand la décharge commence, une quantité d'électricité sera amenée par le courant de conduction de A à A′ par exemple, et, par conséquent, nous aurons un courant de déplacement *vers* A et *s'éloignant* de A′.



» Considérons dans l'espace un élément cylindrique C parallèle au courant de déplacement. Pendant que A reste positif, la force électrique sera dirigée comme l'indique la flèche, et par suite opposée au courant de déplacement.

» La valeur de l'intégrale curviligne de force magnétique prise le long d'un contour autour du cylindre est $4\pi i$, i étant le courant traversant l'élément, ce qui nous permet de déduire de la théorie de M. Poynting que la quantité d'énergie qui sort de l'élément est plus grande que celle qui y entre. Or, après un quart d'une période, A devient négatif, tandis que le courant conserve sa direction. Par conséquent, une quantité d'énergie retournera à l'élément et l'on remarque que, *pendant la durée d'une demi-oscillation de l'excitateur, l'énergie dans l'élément en fait une entière*.

» Si nous considérons un élément C′ entre les deux plaques condensatrices, l'énergie y accomplira des oscillations de même nature, et si nous suivons l'énergie dans son chemin, dans le voisinage d'une plaque collectrice et le conducteur correspondant, nous trouverons qu'elle marche le plus concentrée tout près du métal et, d'après ce que nous savons de la direction des lignes de force électrique dans le cas des oscillations très rapides, l'énergie se mouvra suivant les surfaces de niveau existant dans

l'état électrostatique le moment avant la production de l'étincelle en F (deux de ces surfaces sont indiquées schématiquement autour de B′E′).

» Comme nous le savons, les éléments C et C′ ne reçoivent pas des environs autant d'énergie qu'ils en envoient, il y a un *amortissement* dépendant des conditions métalliques et *qui, généralement, n'est pas le même pour les divers éléments*. On peut s'en convaincre facilement en partant du fait expérimental qu'un circuit secondaire, placé dans le champ de l'excitateur, a un *décrément logarithmique* beaucoup plus petit que celui-ci.

» D'après cela, il ne faut pas admettre que l'*amortissement de l'excitateur*, déterminé expérimentalement par des recherches sur les ondes stationnaires dans le conducteur BE, et qui doit correspondre à un amortissement moyen pour les éléments entre les plaques du conducteur, sera le même que celui que l'on trouverait si l'on pouvait, conformément à l'artifice de M. Hertz, calculer ce qui rayonne hors d'une sphère très grande en négligeant la perte d'énergie due à la résistance des diverses parties de l'appareil.

» Suivons maintenant la quantité d'énergie, lâchée périodiquement par les éléments entre les plaques du condensateur, qui s'avance en ondes le long du conducteur pour être réfléchie en E. Essayons de pénétrer dans la nature de cette réflexion et nous verrons un moyen d'expliquer une différence paradoxale qui se présente entre quelques résultats expérimentaux sur la longueur de la première demi-onde stationnaire comptée à partir de E, obtenus, les premiers par des mesures avec des circuits secondaires, les seconds par la détermination directe du potentiel le long du fil. Comme on sait, MM. Sarasin et de la Rive (¹) trouvent cette longueur trop courte; ils constatent une perte de phase par la réflexion, tandis que les mesures sur le conducteur principal donnent la valeur sans cette perte.

» Or l'énergie arrivée jusqu'au bout du fil va continuer à rayonner perpendiculairement à la force électrique, de sorte que la somme algébrique d'énergie passant par un élément de surface est déterminée par l'expression de M. Poynting, c'est-à-dire elle suivra sensiblement les surfaces de niveau, le fil étant supposé en possession, pour un moment, d'une charge *statique*. Quelques-unes de ces surfaces sont indiquées dans la figure pour le voisinage de E; des quantités d'énergie s'avancent simultanément sur les surfaces et font un tour en E pour continuer ensuite leur marche dans la direction opposée.

(¹) *Archives de Genève*, t. XXIII, p. 2; 1890.

» Maintenant il est très facile de comprendre la différence expérimentale signalée plus haut. Le second « *choc* », celui qui établit les maxima et minima dans le secondaire de MM. Sarrasin et de la Rive est évidemment retardé par cet extra-tour de l'énergie autour de E et, si notre explication est vraie, il faut que ce retard soit d'autant plus grand que la distance entre les conducteurs BE, B′E′ et le secondaire est plus grande elle-même. Sur le fil même, au contraire, il ne doit exister aucun retard sensible, ce que montrent aussi les recherches expérimentales. »

ÉLECTRICITÉ. — *Multiplication du nombre de périodes des courants sinusoïdaux.* Note de M. **Désiré Korda**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai montré, dans un travail précédent ([1]), qu'en faisant tourner des inducteurs excités par un courant sinusoïdal on recueille, dans un circuit fixe placé dans le champ magnétique à axe tournant ainsi produit, un courant d'un nombre double de périodes.

» Je veux indiquer ici comment on peut se servir de ce dispositif pour *tripler le nombre des périodes d'un courant sinusoïdal, tout en ne dépassant pas, pour la vitesse de rotation, le synchronisme avec le courant inducteur.* Quant aux avantages que peut offrir une augmentation importante des nombres de périodes : la possibilité de se passer du fer et de son hystérésis dans les transformateurs, ainsi que de rendre pratique l'emploi des condensateurs, en réduisant considérablement la capacité nécessaire pour combattre la self-induction, ils sont suffisamment connus pour qu'on n'ait pas besoin d'y insister. Chaque pas dans cette voie a donc son importance.

» Imaginons que les deux inducteurs fixes d'un alternateur soient excités par un courant de période T et que l'induit soit composé de deux enroulements en forme de deux bobines égales a et b, fermées sur elles-mêmes et perpendiculaires l'une par rapport à l'autre, ainsi que par rapport à l'arbre. Alors, dès que ce dernier est mis en rotation synchrone avec le courant T, chacun de ces enroulements mobiles devient le siège d'un courant de période $\frac{T}{2}$, ainsi que je l'ai déjà trouvé auparavant. Si, au moment où l'intensité du champ des inducteurs, $H \sin \frac{2\pi}{T} t$ passe par zéro, a est per-

([1]) Académie des Sciences de Hongrie, séance du 14 novembre 1892.

pendiculaire et *b* parallèle à la direction du champ, dans le premier s'établira un courant cosinus et dans le second un courant sinus. Leur expression sera

$$i_1 = \frac{HS\nu}{\rho} \frac{2\pi}{T} \cos\left(\frac{4\pi}{T} t - \varphi\right),$$
$$i_2 = \frac{HS\nu}{\rho} \frac{2\pi}{T} \sin\left(\frac{4\pi}{T} t - \varphi\right),$$

où S signifie la surface d'une spire, ν le nombre des spires, ρ la résistance apparente de l'enroulement, et φ l'angle de retard dû à la self-induction.

» Les deux flux magnétiques qui en résultent, Φ_1 et Φ_2, vont se composer et produiront un champ magnétique tournant dont l'intensité constante sera

$$\Phi = \sqrt{\Phi_1^2 + \Phi_2^2},$$

et dont la vitesse angulaire, relative à la position fixe des enroulements dans l'espace sera de $\frac{4\pi}{T}$. Mais, puisque ces enroulements possèdent de leur côté une vitesse angulaire $\frac{2\pi}{T}$, il s'ensuit que, suivant que la rotation relative du champ est du même sens ou du sens contraire, la vitesse angulaire du champ tournant par rapport aux spires d'une bobine fixe sera de $\frac{6\pi}{T}$ ou bien de $\frac{2\pi}{T}$. Ce champ induira donc dans une bobine *c*, placée de façon que les inducteurs fixes ne puissent avoir aucun effet d'induction sur elle, *dans le premier cas, un courant sinusoïdal ayant trois fois plus de périodes et dans le second cas, un courant ayant le même nombre de périodes que le courant inducteur.*

» Le deuxième cas se produira, conformément à la loi de Lenz, chaque fois que les courants des deux enroulements mobiles différeront également de 90°, comme les forces électromotrices induites. Par contre, si l'on produit dans l'un de ces enroulements, pour le courant, un décalage de 180°, son champ magnétique sera renversé et le champ résultant tournera dans le même sens que l'arbre. Le plus simple est de fixer sur le même arbre une autre paire de bobines perpendiculaires *a'* et *b'*, placées derrière *a* et *b* et reliées chacune en série avec l'une des dernières. Le champ produit par *a'* et *b'* tournera dans le même sens que l'arbre, pourvu que l'une d'elles soit enroulée en sens inverse de la bobine avec laquelle elle se trouve reliée en série. L'appareil ne nécessite alors aucun balai.

» On peut appliquer le même dispositif dans le cas d'un alternateur

multipolaire, en faisant correspondre à chaque pôle inducteur une paire de bobines perpendiculaires a et b. Le nombre des pôles étant $2m$ et n le nombre des tours par seconde, le courant ainsi transformé aura un nombre de périodes de $3mn$ par seconde.

» Dans le cas où la rotation de l'arbre est exactement synchrone, l'intégrale des couples agissant entre l'induit et l'inducteur est nulle. Pour y arriver on peut fixer les parties mobiles de l'appareil directement sur l'arbre de la génératrice.

» Si, par contre, l'arbre tourne avec une vitesse angulaire $\omega' \lesseqgtr \omega$, où $\omega = \frac{2\pi}{T}$, on a, pour les courants induits dans les enroulements mobiles,

$$i_1 = \frac{A}{2\omega'}\left[\frac{\omega+\omega'}{\rho_1}\cos\overline{(\omega+\omega')t-\varphi} - \frac{\omega-\omega'}{\rho_2}\cos\overline{(\omega-\omega')t-\psi}\right],$$

$$i_2 = \frac{A}{2\omega'}\left[\frac{\omega+\omega'}{\rho_1}\sin\overline{(\omega+\omega')t-\varphi} + \frac{\omega-\omega'}{\rho_2}\sin\overline{(\omega-\omega')t-\psi}\right],$$

en posant

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{L(\omega+\omega')}{R}, \qquad \operatorname{tang}\psi = \frac{L(\omega-\omega')}{R},$$

$$\rho_1^2 = R^2 + (\omega+\omega')^2 L^2 \qquad \text{et} \qquad \rho_2^2 = R^2 + (\omega-\omega')^2 L^2,$$

qui, de leur côté, induisent, dans la bobine fixe, une force électromotrice

$$\varepsilon = \frac{MA}{2\omega'}\left[\frac{\omega+\omega'}{\rho_1}(\omega+2\omega')\cos\overline{(\omega+2\omega')t-\varphi} + \frac{\omega-\omega'}{\rho_2}(\omega-2\omega')\cos\overline{(\omega-2\omega')t-\psi}\right].$$

» Pour $\omega' > \omega$, le couple en résultant est positif et l'on transforme du travail mécanique en énergie électrique. Pour $\omega' < \omega$, le couple est, au contraire, négatif, et l'action électrodynamique peut être utilisée sous forme d'énergie mécanique. »

HYGROMÉTRIE. — *Sur les propriétés hygroscopiques de plusieurs matières textiles*. Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« Les matières textiles sont douées de propriétés hygroscopiques très marquées. Exposées à l'air ordinaire, après avoir été desséchées, elles se chargent d'une proportion d'humidité généralement considérable ; et il est

naturel qu'il en soit ainsi pour des corps constitués par des éléments filamenteux très déliés, offrant une grande surface.

» Le commerce dont ces matières sont l'objet et plus encore les industries qui les traitent peuvent avoir intérêt à savoir quelle quantité d'eau elles prennent ou conservent dans des circonstances données. J'ai voulu fournir sur ce sujet des renseignements précis qui manquaient. En dehors de leur côté pratique, on trouvera peut-être à mes recherches quelque utilité au point de vue de l'étude générale de la faculté hygroscopique.

» La quantité d'eau que contient une substance hygroscopique, en équilibre d'humidité avec l'air ambiant, est fonction de deux variables : la fraction de saturation de l'air et la température. C'est là une idée familière sans doute aux physiciens et aux chimistes, mais moins répandue qu'on le croirait; car on a souvent cherché à déterminer l'humidité que prend telle ou telle substance sans spécifier la valeur des deux variables dont cette humidité est réellement dépendante.

» Quand donc l'équilibre d'humidité est établi entre un corps hygroscopique et l'air ambiant, il y a, à chaque température, une relation entre l'humidité du corps et la fraction de saturation de l'air, de telle sorte qu'à une valeur donnée de celle-ci corresponde une valeur bien déterminée pour celle-là. C'est cette relation que j'ai étudiée, et voici comment.

» L'équilibre d'humidité entre la substance examinée et l'air ambiant étant atteint, c'est-à-dire les échanges d'humidité qu'ils effectuent d'abord ayant pris fin, on mesure l'humidité de la substance et celle de l'air. On peut, dans ces expériences, procéder de plusieurs façons : 1° amener l'air à son taux d'humidité d'équilibre en le faisant passer à travers un poids relativement considérable de la substance, dont l'humidité ne varie pas sensiblement; 2° ou bien amener la substance à son humidité d'équilibre en en plaçant un faible poids en présence d'air ayant une fraction de saturation connue.

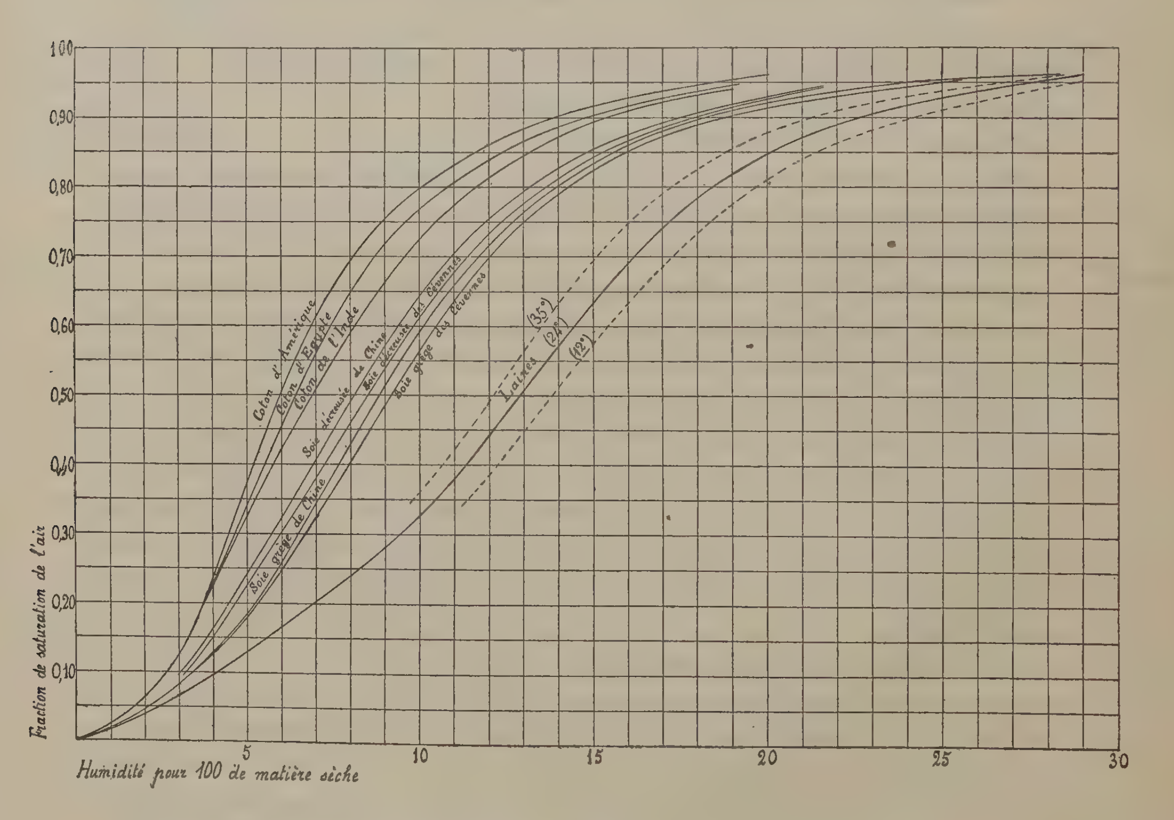
» J'ai réalisé la première méthode à très peu près comme j'ai déjà eu occasion de le faire dans une étude antérieure sur le tabac (*Comptes rendus*, t. CII). Pour l'exécution de la seconde, j'ai maintenu la substance examinée dans des récipients clos, à température constante, en présence d'acide sulfurique contenant des proportions d'eau déterminées, c'est-à-dire en présence d'atmosphères dont la fraction de saturation était parfaitement connue par les expériences de Regnault, jusqu'à ce que la substance ne variât plus de poids. L'humidité de cette dernière était alors

déterminée. Je n'ai employé la seconde méthode que pour faire quelques vérifications, qui, d'ailleurs, ont été très satisfaisantes, de la première. Celle-ci m'a paru préférable et c'est elle qui a fourni tous les résultats qu'on va voir.

» Quant aux températures auxquelles il a été opéré, elles sont restées dans les limites pouvant intéresser la pratique. Les expériences ont été faites au voisinage de 12°, 24° et 35°.

» Je ne puis reproduire ici tous les chiffres obtenus. Je donnerai seulement la représentation graphique d'une partie d'entre eux.

» Les courbes ci-après représentent la relation existant entre le taux pour 100 d'humidité des matières (déterminé par dessiccation à 110°) et la fraction de saturation de l'air ambiant, *quand*, bien entendu, *l'équilibre d'humidité entre l'air et les matières est réalisé.*



» Les expériences ont porté sur les matières textiles les plus importantes : cotons d'Amérique, d'Égypte et de l'Inde (cotons écrus en fil, sans apprêt); laines croisées de Buenos-Ayres et laine mérinos de Port-Philippe

(laines peignées); soies grèges écrues et décreusées des Cévennes et de Chine [1].

» Pour chaque échantillon de matière, j'ai obtenu trois courbes correspondant respectivement aux températures de 12°, 24° et 35°; mais, afin de ne pas surcharger la figure, on n'y a marqué que la courbe relative à la température de 24°. Les courbes se rapportant à 12° et 35° sont tracées seulement pour la laine; pour les autres matières, elles encadreraient la courbe de 24° à très peu près de la même façon.

» Toutes les courbes ont même allure générale.

» Les échantillons examinés ont fourni, à 24°, pour le coton, trois courbes distinctes, pour les soies grèges, écrue et décreusée, des courbes deux à deux peu différentes, et pour la laine deux courbes confondues en une seule.

» La température exerce une influence sensible sur l'humidité que prennent les matières textiles en présence d'atmosphères de même fraction de saturation; quand elle augmente, la fraction de saturation restant constante, l'humidité des matières décroît. Mais la décroissance est relativement peu prononcée. Cette faible influence de la température est assez digne d'attention. Elle n'est pas particulière aux matières textiles; on l'a déjà reconnue pour la terre végétale [2] et le tabac; elle doit correspondre à une propriété générale des substances hygroscopiques [3].

» Les industries textiles, qui mettent constamment les matières traitées en rapport avec l'air humide, semblent devoir tirer quelque parti de la

---

[1] Les échantillons m'ont été fournis par MM. Seydoux et Cie et MM. Roy frères, qui m'en ont indiqué la provenance en toute certitude. L'un de ces grands industriels m'avait représenté comme très souhaitable que des expériences rigoureuses fussent faites sur les textiles au point de vue qui nous occupe, et tel était aussi le sentiment de M. Persoz, directeur de la condition des soies, laines et cotons de Paris, d'une haute compétence en la matière. De là mes recherches.

M. Chevreul a fait connaître en 1836 (*Comptes rendus*, t. II) des expériences qu'il avait exécutées en vue de déterminer les proportions d'eau que les étoffes absorbent à la température de 20° dans des atmosphères à 65°, 75°, 80° et 100° de l'hygromètre de Saussure. Mais l'emploi de cet hygromètre avait introduit dans les résultats une incertitude assez sérieuse. De plus, M. Chevreul avait laissé entière la question de l'influence de la température dans les échanges d'humidité entre l'air et les matières étudiées. Je ne crois donc pas que ses expériences enlèvent aux miennes l'intérêt qu'elles pourraient présenter.

[2] Th. Schlœsing père, *Comptes rendus*, t. XCIX.

[3] Regnault et M. E. Sorel l'ont constatée aussi pour les solutions d'acide sulfurique.

connaissance des résultats qui précèdent. Dans l'application de ces résultats, il ne faudra pas perdre de vue que les relations établies supposent l'équilibre réalisé entre les matières et l'air ambiant; si l'équilibre n'est pas atteint, elles permettront de savoir vers quelle valeur *tend* le taux d'humidité des matières, du moment que l'on connaîtra la fraction de saturation de l'air et la température. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'étude de la pile Leclanché.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Troost.

« Avant d'examiner la pile ordinaire, je considérerai d'abord un cas plus simple, celui d'un élément formé par un barreau de zinc relié à une lame de platine et plongé dans une solution à 10 pour 100 de sel marin. Le circuit étant fermé, on voit, au bout de quelques heures, la partie supérieure du zinc se recouvrir d'une couche d'oxyde; celle-ci s'accroît peu à peu, se dispose en une sorte de draperie qui, partant de la surface du liquide, descend le long du barreau qu'elle enveloppe jusqu'à une certaine hauteur, puis s'étend en une nappe horizontale qui sépare le liquide en deux portions de composition très différente; au-dessus de cette cloison la solution salée est devenue alcaline et ne renferme pas de zinc; au-dessous la liqueur, restée neutre, contient du chlorure de zinc en proportions qui varient avec la durée de l'expérience.

» Or, d'une part, la chaleur de formation de l'oxyde de zinc l'emportant sur celle de l'eau, le zinc décompose ce liquide à froid, mais la réaction est presque immédiatement arrêtée par le dépôt sur le métal d'une couche d'oxyde insoluble et imperméable, et il en est de même avec une solution de sel marin qui ne dissout que des traces d'oxyde de zinc; d'autre part, le système zinc-platine, au contact de l'eau salée, donne lieu à une force électromotrice qui vient provoquer l'électrolyse du sel marin; la séparation de deux molécules de ce chlorure dissous en chlore gazeux et sodium métallique absorberait $-192^{cal},1$, mais l'action du sodium sur l'eau en dégage $+86,2$ et la formation du chlorure de zinc dissous $+112,8$; ces actions secondaires donnent à elles seules $+199^{cal},0$. L'électrolyse du sel marin, dans ces conditions, est exothermique, et le courant qui la produit n'a besoin du concours d'aucune énergie extérieure, aussi la liqueur devient-elle rapidement alcaline au voisinage du platine, pendant que le barreau de zinc est rongé peu à peu.

» Remarquons maintenant que la densité d'une solution à 10 pour 100 de sel marin est 1,073, que celle d'une solution de soude en renfermant moins de 9 pour 100 est inférieure à ce nombre, et que la densité d'une solution de chlorure de zinc le dépasse dès qu'elle en contient 8 centièmes; nous en conclurons que, pendant l'électrolyse, la soude qui se produit au contact de la lame de platine y forme une couche mince qui tend à monter à la surface du liquide, tandis que le chlorure de zinc formé le long du barreau tend à descendre au fond du vase, le mouvement de ces liquides ayant lieu dans le sens suivant lequel circule le courant, et, en effet, on observe que près de la surface, la liqueur devient rapidement alcaline; la soude libre, rencontrant alors du chlorure de zinc auprès du barreau, le décompose et donne de l'oxyde gélatineux qu'on voit apparaître à la partie supérieure du métal; l'électrolyse continuant et la soude se diffusant peu à peu, au-dessous de la surface, dans la partie supérieure du liquide, il se produit graduellement autour du haut du barreau une gaine d'oxyde que ne peut traverser le chlorure de zinc qui se produit contre le métal, car il rencontrerait, du côté de la liqueur, de la soude qui le changerait en oxyde; réciproquement, la soude ne saurait franchir cette cloison sans former du sel marin et de l'oxyde de zinc au contact du chlorure de zinc qu'elle trouve du côté du barreau; le chlorure de zinc coule donc entre la gaine d'oxyde et le barreau lui-même et descend vers la base du vase; là il rencontre une solution salée plus ou moins alcaline, détruit l'alcali libre en formant de l'oxyde de zinc qui tombe au fond du vase, et bientôt la liqueur inférieure, chargée de chlorure métallique, redevient neutre; l'opération continuant, cette couche neutre s'enrichit en chlorure de zinc, la soude qui se produit sur la lame de platine est immédiatement changée en oxyde de zinc sur la portion immergée dans cette couche, et l'oxyde de zinc forme contre elle un enduit plus ou moins adhérent. Enfin, la couche inférieure chargée de chlorure de zinc, se trouvant par sa partie supérieure en contact avec une liqueur alcaline, il en résulte de l'oxyde de zinc; celui-ci rend d'abord opaline la zone du mélange des deux liquides, s'y agglomère ensuite peu à peu, et finit par constituer une nappe horizontale qui n'est que le prolongement et l'épanouissement de la gaine qui enveloppe la partie supérieure du barreau; cette cloison se consolide à mesure que l'opération se prolonge et comme ni la soude ni le chlorure de zinc ne peuvent la traverser sans se décomposer réciproquement, on trouve d'un côté un liquide alcalin et pas de zinc, de l'autre, du zinc dissous, mais pas d'alcali.

» Si l'on remplace la lame de platine par un aggloméré de bioxyde de

manganèse, celui-ci a pour effet, d'une part, de diminuer très notablement la polarisation, de l'autre, de réduire l'épaisseur, et, par suite, la résistance de la couche liquide que le courant doit traverser; aussi les phénomènes sont-ils plus rapides et plus marqués; il en est de même quand on associe au zinc un vase poreux plein du mélange ordinaire de coke et de manganèse et fendu à sa base suivant trois portions de génératrices. Le liquide alcalin qui se forme dans ce vase monte à la partie supérieure, ne peut en sortir par la couche goudronnée qui le ferme, et s'y accumule pendant que le chlorure de zinc se diffuse dans toute la partie du liquide extérieure au vase poreux, où il ne trouve qu'une faible quantité de soude, insuffisante pour le décomposer; quand la solution alcaline intérieure au vase poreux arrive au niveau de la partie supérieure des fentes, elle s'en échappe en filets qui, au contact du chlorure de zinc, forment de l'oxyde qui constitue alors des sortes de cônes creux appuyés au vase poreux; ceux-ci ne tardent pas à s'accroître, à s'élargir par en haut, finalement à se rassembler en une nappe qui se réunit à la gaine d'oxyde entourant la partie supérieure du barreau. Soit avec un aggloméré, soit avec un vase poreux, la forme, la disposition de ces nappes et la composition des liqueurs, au-dessus et au-dessous d'elles, varient beaucoup avec la disposition de la pile; mais, en laissant de côté des détails curieux et intéressants qui ne sauraient trouver place ici, le phénomène est, au fond, toujours le même; la même explication est applicable à tous les cas.

» Il était intéressant d'examiner ce qui se passe quand on substitue au zinc un métal analogue, mais dont la chaleur d'oxydation est assez faible pour qu'il soit sans action sur l'eau à la température ordinaire; tel est le cas du *cadmium*.

» Un système cadmium-platine, plongé dans de l'eau salée à 10 pour 100, donne lieu aussi à une force électromotrice de laquelle résulte l'électrolyse du sel marin; nous savons que la séparation de ce chlorure dissous en ses éléments chlore gazeux et métal absorbe $-192^{cal},4$; d'autre part, l'action du sodium sur l'eau en dégage $+86,2$ et la formation du chlorure de cadmium dissous $+96,2$, ce qui fait en tout $+182,4$. Mais nous devons observer en outre qu'il se produit un sel double $2NaCl, CdCl^2, 3H^2O$ avec dégagement de chaleur et que, de plus, la combinaison de l'hydrogène avec le platine qu'il polarise, en dégage jusqu'à $+17$, d'après les déterminations de M. Berthelot. Par suite, comme dans le cas du zinc, l'électrolyse du sel marin par le couple au cadmium demeure exothermique; la pile montée avec du cadmium devra donc donner lieu à des

phénomènes peu différents de ceux que nous avons observés avec le zinc; c'est ce qui a lieu, en effet, et nous nous bornerons à le constater dans cette Note en renvoyant l'examen détaillé de cet élément à un Mémoire plus étendu. »

CHIMIE. — *Essai d'une méthode générale de synthèse chimique. Formation des corps nitrés*, par M. **Raoul Pictet.**

« Après avoir constaté que les réactions chimiques cessent aux basses températures pour se développer progressivement, et cela dans un *ordre defini* suivant l'échelle montante des températures, nous avons tout naturellement été conduits à appliquer cette méthode pour les synthèses directes des corps.

» Nos premiers essais dans cette direction ont porté sur les dérivés nitrés de la *naphtaline*, du *toluol* et du *phénol*.

» 1° *Synthèse directe de la j-dinitronaphtaline*. — On sait que ce produit est difficile à obtenir à cause des nombreux détours nécessaires pour amener la réaction, laquelle du reste ne donne point un produit pur. On passe forcément par le *dinitro-α-naphthylamine*, corps de transition qui conduit à la *j-dinitronaphtaline* par une opération incomplète, laquelle laisse de nombreux corps étrangers mêlés au corps cherché. Il nous a paru intéressant de voir si, par l'*emploi rationnel des basses températures* et de l'*énergie électrique*, on ne pouvait pas arriver à obtenir directement et sans intermédiaire la j-dinitronaphtaline par le simple mélange des constituants.

» Nous avons fait plusieurs essais successifs qui ont pleinement confirmé nos espérances. Voici comment nous avons opéré :

» On commence par refroidir de — 55° à — 65° un mélange d'acide sulfurique concentré et d'acide nitrique fumant. Le liquide prend à cette basse température une consistance un peu pâteuse. On refroidit à part une poudre de naphtaline finement tamisée jusqu'à — 65°. On laisse tomber par très petites quantités la poudre dans le liquide acide en agitant vivement le mélange. On a soin, naturellement, de laisser dans le puits frigorifique le ballon à réaction, pour soutirer *par rayonnement* la chaleur dégagée par la combinaison.

» Dans les expériences faites, le puits frigorifique est maintenu de — 110° à — 120° pendant tout le temps de l'opération.

» Nous avons trouvé qu'au-dessous de — 60°, il faut utiliser les étin-

celles électriques d'une forte bobine Ruhmkorff pour provoquer la combinaison. Au contraire, vers — 50° à — 55° la réaction commence d'elle-même sans l'emploi de l'étincelle.

» La température critique de cette opération est donc très voisine de — 60°.

» En introduisant d'une seule fois toute la poudre de naphtaline à une température au-dessous de — 60°, et en utilisant l'étincelle électrique comme source d'énergie pour provoquer la réaction, ou bien en jetant par petites quantités très limitées la poudre de naphtaline dans le liquide acide à — 50°, nous avons obtenu les mêmes réactions, soit une très forte proportion de *j-dinitronaphtaline*.

» Voici les résultats comparatifs et moyens de quelques opérations :

j-dinitronaphtaline...............	46 °/₀
α-nitronaphtaline.................	22,7 °/₀
α-dinitronaphtaline...............	31,3 °/₀

» Suivant les poids d'acide utilisés, nous avons trouvé quelquefois de la naphtaline non transformée en excès.

» Plus la température de la réaction est basse, plus le poids relatif de la *j-dinitronaphtaline* l'emporte sur celui des produits parallèles. Aux températures ordinaires, soit même voisines de 0°, en provoquant la même réaction, on n'obtient presque plus d'autre corps que l'*α-nitronaphtaline*. L'influence des basses températures est donc ici remarquablement importante puisqu'elle affirme et fait connaître *la ligne de plus grande pente des affinités chimiques des constituants*, laquelle permet la synthèse immédiate d'un corps impossible à former directement jusqu'ici.

» 2° *Composés nitrés du toluol*. — On sait que le toluol forme deux dérivés isomères lorsqu'on le soumet à l'action de l'acide nitrique, partageant du reste cette propriété avec tous les produits contenant le groupe CH^3 en chaine secondaire. Ces deux produits sont : *l'ortho-nitrotoluène*, liquide aux températures ordinaires et bouillant à + 222° et le *para-nitrotoluène*, solide jusqu'à + 54° et bouillant à + 237°. Ces deux produits sont difficiles à séparer par rectification à cause du voisinage de leur point d'ébullition.

» Un des deux groupes doit sûrement correspondre *à la ligne de plus grande pente des affinités chimiques*. En opérant à température basse nous verrons quel est ce groupe. La loi chimique déterminant la position des groupes entrant dans le noyau suivant la composition moléculaire déjà existante *est formelle*, nous ne pouvions guère nous attendre à voir inter-

venir d'autres groupements atomiques, mais bien une différence dans *le poids* des produits obtenus.

» Nous avons fait deux séries d'expériences parallèles, l'une à 0° et l'autre à — 55°. Dans ces expériences nous avons laissé tomber goutte à goutte la solution de toluol refroidie dans le mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique.

» Si nous représentons par 1 le poids de *para-nitrotoluène* obtenu à 0°, nous trouvons 5,5 pour le poids du *même corps* obtenu à — 55°. Nous voyons donc que le groupe *para* est celui qui correspond aux affinités premières des constituants.

» 3° La troisième série d'expériences a été faite sur les produits de la *nitrification du phénol* avec le secours de l'étincelle électrique. Afin de bien constater l'effet spécifique des basses températures dans ces réactions, nous avons commencé par déterminer expérimentalement la température à laquelle la *réaction en masse* des deux produits a encore lieu, soit la température critique. Par une série d'essais, nous avons trouvé une température de — 65°.

» Faisant fonctionner l'étincelle électrique jaillissant dans le mélange, nous avons provoqué la réaction totale des deux corps sans permettre aucune *élévation apparente* de température. Les enveloppes du puits frigorifique étaient maintenues de — 110° à — 120° pendant tout le temps de l'opération. Le rayonnement soutirait à chaque instant la chaleur de combinaison dégagée dans le sein du mélange.

» Nous avons alors comparé les deux groupes *para* et *ortho* en poids et avons trouvé qu'à — 65° le poids du *para-nitrophénol est cinq fois plus considérable* qu'à — 40°.

» En passant par le *dinitrobenzol* et le *métanitraniline* sous l'action de l'hydrogène sulfuré dans une solution ammoniacale, puis en diazotant le métanitraniline, les réactions obtenues et conduites à basses températures ont donné un rendement *double* comparativement aux résultats des opérations similaires faites à la température ambiante.

» *Résumé.* — Nous voyons par ce qui précède que toutes les *nitrifications* de la *naphtaline*, du *phénol* et du *toluol* sont profondément modifiées par l'emploi méthodique des basses températures, conjointement à l'utilisation des énergies électriques introduites de l'extérieur. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la stéréochimie des composés maliques, et sur la variation du pouvoir rotatoire des liquides.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les dérivés de l'acide malique fournissent aisément des corps qui font exception à la règle du produit d'asymétrie.

» *Acide acétylmalique* $C^6O^6H^8$. — En projetant dans l'eau l'anhydride correspondant ci-dessous décrit, il y a dissolution avec élévation de température, puis prise en masse s'il y a peu d'eau (50 pour 100 environ). Le corps cristallisé qui résulte de cette prise en masse est l'éther acétique de l'acide malique; car, après dessiccation dans l'air sec, $1^{gr},210$ de cette substance neutralise $13^{cc},8$ de potasse caustique à 47^{gr} par litre, ce qui donne, pour poids moléculaire, $176 = C^6H^8O^6$.

» *Propriétés.* — Ce corps fond à 139°. Il est très soluble dans l'eau chaude. Vers 50°, 10^{cc} d'eau en dissolvent aisément 20^{gr}, et la solution observée sous une épaisseur de 5^{mm} dévie à gauche de — 0°34'; la déviation baisse à — 0°28' pour une dissolution sursaturée vers la température de 20°. En solution étendue (1^{gr} d'anhydride dans 10^{cc} d'eau), la déviation vers 15°, pour une longueur de $0^{m},20$, reste lévogyre et égale à — 2°8'. Pour une dissolution deux fois plus faible, on trouve — 1°5' dans les mêmes conditions. Ces expériences montrent que la déviation spécifique $[\alpha]_D$ est comprise entre — 10° et — 11°, quelle que soit la dilution. En appliquant à l'acide acétylmalique le raisonnement qui a servi à définir le sens du pouvoir rotatoire de l'acide malique, on conclut que le premier est lévogyre comme le second. D'après le produit d'asymétrie, le pouvoir rotatoire de ces composés devrait être de signe contraire. Il y a lieu d'insister sur ce cas; car, au point de vue stéréochimique, il offre une particularité; les quatre radicaux groupés aux sommets du tétraèdre sont : H, CO^2H, OH et CH^2CO^2H dans l'acide malique; ils sont : H, CO^2H, $C^2H^3O^2$ et CH^2CO^2H dans l'acide acétylmalique. Le changement de OH en un groupe plus lourd $C^2H^3O^2$ entraîne un changement de signe du pouvoir rotatoire; il y aurait un second changement de signe qui ramènerait au signe de l'acide malique le sens de la rotation du corps substitué, si $C^2H^3O^2$ était plus lourd que CH^2CO^2H. Mais ces deux radicaux ont même poids. Pour résoudre une telle difficulté, on sait qu'il faut invoquer une nouvelle hypothèse, la considération des bras de levier. Or,

dans CH^2COOH le radical le plus éloigné OH pèse 17, dans le groupe éthérifié $OCOCH^3$, le radical le plus éloigné CH^3 pèse 15, tout devrait donc se passer comme si le radical CH^2CO^2H était plus lourd que son isomère. Encore une fois, il n'en est rien.

» *Acétylmalates.* — Ces composés sont en général solubles dans l'eau, à l'exception du sel ferrique et du sel d'argent. L'acétylmalate neutre de potasse dévie à gauche; il en est de même du sel de baryte obtenu en neutralisant l'acide par le carbonate de baryte. La déviation paraît indépendante de la nature de la base; elle correspond pour ces deux sels à $-0°15'$ pour 1^{gr} d'anhydride neutralisé, dissous dans 20^{cc} et observé sur une longueur de $0^m,20$.

» *Anhydride acétylmalique.* — En attaquant l'acide malique gauche par le chlorure d'acétyle, on obtient aisément, après distillation de l'excès de chlorure, une masse solide qui, broyée et lavée à l'éther sec, donne l'anhydride acétylmalique $C^6H^6O^5$; $1^{gr},081$ de ce corps est neutralisé par $13^{cc},5$ de KOH à 47^{gr} par litre, ce qui correspond à un poids moléculaire de 160 (théorie 158).

» De plus, si l'on saponifie par un excès d'eau à 140° la liqueur ainsi neutralisée, elle redevient acide et titre $6^{cc},7 = \frac{13,5}{2}$. Le corps analysé renferme donc bien une molécule d'acide acétique combinée à une molécule d'acide malique bibasique.

» *Propriétés.* — L'anhydride acétylmalique est un corps blanc nacré, fusible à 59°. A l'état de fusion, vers 60°, il dévie à gauche de $-1°40'$ pour une épaisseur de 5^{mm}; en surfusion vers 25° la déviation tombe à $-1°15'$.

» A l'inverse de ce qui se passe pour l'anhydride acétyltartrique, l'anhydride acétylmalique dévie la raie D dans le même sens que l'acide correspondant, malgré la parenté des composés tartriques et des composés maliques.

» *Variation du pouvoir rotatoire.* — Dans ce corps qui, cristallisé et fondant à point fixe, présente tous les caractères d'un composé nettement défini, je retrouve la propriété que j'ai déjà signalée pour d'autres corps organiques [1], savoir une variation considérable du pouvoir rotatoire sous l'influence d'une minime variation de température; je n'ai donc pas à modifier mes conclusions antérieures. M. Aignan a confirmé mes résultats

---

(1) *Comptes rendus,* février 1893 : Action de la température sur le pouvoir rotatoire.

en opérant sur des mélanges et il a montré, après Biot, que le sens du pouvoir rotatoire dépend de la nature des radiations ([1]); mais il a conclu que j'ai opéré sur des mélanges ou que mes liquides se sont polymérisés. Je regrette d'être obligé de répéter que j'ai opéré sur les corps mêmes qui ont servi à M. Guye. Si ces corps sont des mélanges, les bases expérimentales sur lesquelles cet auteur a établi le produit d'asymétrie sont alors en défaut; s'ils se polymérisent, on se demande ce que devient le tétraèdre sur lequel est fondée une théorie restreinte aux espèces liquides depuis mes objections; encore faut-il excepter les anhydrides.

» Avant M. Aignan, M. Friedel m'avait reproché de méconnaître les travaux de M. A. de Bæyer et de ne pas tenir compte de la liaison mobile ([2]). Je ne pense pas que l'on doive confondre l'étude des acides hydro-téréphtaliques, corps inactifs, avec la stéréochimie des corps actifs dont je m'occupe exclusivement. Le travail magistral de M. Bæyer est original et complet, et la figure géométrique adoptée par lui permet de calculer, sans hypothèse nouvelle, le nombre des isomères téréphtaliques; c'est dire que l'illustre savant ne s'est pas servi de la liaison mobile, singulière théorie qui exige que l'on connaisse d'abord les faits afin de limiter par la Chimie les propriétés des figures géométriques ([3]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un chlorobromure de fer.* Note de M. C. **Lenormand**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les combinaisons formées par un métal uni simultanément à plusieurs éléments halogènes ne sont connues qu'en nombre relativement restreint.

([1]) *Comptes rendus,* avril 1893, p. 725. Je m'occupais aussi de l'influence des radiations; car si le pouvoir rotatoire d'un corps change de signe quand la radiation passe du jaune au vert, par exemple, il doit en être de même pour tous les dérivés de ce corps, en vertu du produit d'asymétrie; et un tel effet me paraît peu probable.

([2]) *Comptes rendus,* t. CXVI, p. 351.

([3]) *Exemple.* — Considérons un prisme triangulaire dont les bases ont toutes deux pour sommets H, H et Br. On aura des prismes d'aspect différent selon que les atomes de brome seront ou ne seront pas sur une même arête du prisme. Ajoutons qu'une telle figure représente le bromure d'éthylène. Comme on ne connaît en Chimie qu'un seul bromure d'éthylène, *il faut,* disent les partisans de la liaison mobile, que ces prismes d'aspect différent se réduisent à un seul et que les bases du prisme soient mobiles autour de l'axe de la figure de façon qu'elles reviennent toujours à l'unique position d'équilibre fixée par nos connaissances chimiques actuelles! *Voir* Le Bel, *Conférence de la Soc. chim.,* p. 128; 1889-1892.

J'ai entrepris d'en étudier quelques-unes. Je décrirai aujourd'hui un chlorobromure obtenu en faisant agir le brome, soit sur le protochlorure de fer anhydre, soit sur le protochlorure de fer hydraté.

» 1° *Combinaison du brome avec le protochlorure de fer anhydre.* — A la température normale, le brome agit très lentement sur le protochlorure de fer anhydre. Une combinaison s'effectue, mais avec une telle lenteur qu'elle n'est pas encore terminée après un mois de contact.

» Lorsqu'on opère en tube scellé et aux températures voisines de 100°, le résultat varie avec la proportion de brome employé. Si l'on ne fait pas intervenir plus d'un équivalent de brome pour deux molécules de protochlorure de fer (Br pour 2FeCl), le brome est fixé, mais on ne voit pas apparaître de cristaux; le tube renferme, après l'expérience, un liquide rouge brun. Au contraire, si l'on opère avec un excès de brome (10^{cc} pour 2^{gr} environ de protochlorure de fer), au bout de vingt-quatre heures, on voit des cristaux commencer à se former par sublimation sur la partie du tube non baignée par la substance primitive; par quarante-huit heures de réaction, la quantité du produit a beaucoup augmenté; après cinq jours, tout le protochlorure de fer se trouve transformé en un produit volatil et cristallisé, que le brome en excès ne dissout pas.

» Dans le produit ainsi obtenu et préalablement débarrassé du brome non combiné par un courant d'acide carbonique sec, le fer a été dosé à l'état de sesquioxyde; pour le brome et le chlore la méthode de H. Rose, c'est-à-dire celle qui consiste à calculer le brome par la perte qu'éprouve un mélange de chlorure et de bromure d'argent traité par un courant de chlore sec, a été appliquée en premier lieu.

» Voici les résultats :

	Calculé Fe^2Cl^2Br.	Trouvé.		
Fe	27,05	27,25	27,19	27,13
Br	38,65	39,09	38,69	38,80
Cl	34,30	33,61	33,98	34,03
	100,00	99,95	99,86	99,96

» La méthode de H. Rose, où le brome est seul dosé directement, peut entraîner à des erreurs, le moindre écart dans le dosage du brome faisant varier en sens contraire celui du chlore que l'on calcule par différence; quelques irrégularités dans des dosages non cités ici m'ont porté à la con-

trôler. La méthode de Berglund [1], où le brome et le chlore sont dosés séparément, m'a donné de bons résultats lorsque les indications de ce chimiste sont suivies rigoureusement. Les chiffres qu'elle m'a fournis sont les suivants :

	Calculé Fe^2Cl^2Br.	Trouvé.		
Fe..................	27,05	27,08	27,08	26.08
Br..................	38,65	38,48	37,96	38,83
Cl..................	34,30	34,41	34,86	33,94
	100,00	99,97	99,90	99,85

» La combinaison répond donc bien à la formule Fe^2Cl^2Br.

» Les cristaux de chlorobromure ferrique sont de couleur foncée et d'aspect mordoré; ils sont verts par réflexion et complètement opaques, même examinés au microscope sous la plus faible épaisseur. Pour cette raison, et aussi à cause de leur avidité pour l'eau, il n'a pas été possible de déterminer leur système cristallin.

» Vus rapidement au microscope dans un liquide qui les dissout peu, comme la vaseline fluide, ils apparaissent sous la forme de petites tablettes à six pans, les rapprochant de la forme hexagonale parfaite. La mesure des angles faite promptement, avant la déformation des côtés par le liquide ambiant, a donné des nombres très voisins de 120° [2].

» Ce composé est très déliquescent et très soluble dans l'eau; la dissolution dans très peu d'eau entraîne un dégagement de chaleur important. Il se dissout également dans l'alcool et l'éther; ce dernier dissolvant permet d'en reconnaître rapidement la pureté, le protochlorure de fer anhydre y étant insoluble. Le chloroforme, la benzine et le toluène dissolvent notablement le chlorobromure ferrique; le sulfure de carbone ne paraît pas le dissoudre, cependant il se colore en jaune très clair. Enfin, ce composé est dissociable par la chaleur; déjà, à la température ordinaire, il tend à perdre un peu de brome, mais à la température d'un bec Bunsen il le perd entièrement, fond, et laisse un résidu de protochlorure de fer anhydre. Il est cependant aisément sublimable quand on le chauffe en tube scellé avec un léger excès de brome; c'est ainsi qu'on l'obtient le plus nettement cristallisé.

(1) *Zeitsch. für anal. Chemie*, t. XXIV, p. 184.
(2) Je dois ces observations à l'obligeance de M. Wyrouboff.

» 2° *Combinaison du brome avec le protochlorure de fer hydraté.* — Le brome versé dans une solution parfaitement neutre de protochlorure de fer y disparaît rapidement et la liqueur s'échauffe fortement. Si on laisse pendant huit jours cette solution de protochlorure de fer en présence du brome et qu'on enlève ensuite l'excès non combiné de ce dernier, en abandonnant le tout sous une cloche avec une solution concentrée de soude, on a une liqueur tenant en dissolution le composé Fe^2Cl^2Br. Tout au moins, l'analyse qui en a été faite au moment même où elle venait de perdre l'odeur du brome correspond à cette composition. Le fer ayant été dosé comme précédemment et les halogènes par la méthode de Berglund, le rapport des éléments Br, Cl, Fe a été trouvé le même que celui existant dans le composé Fe^2Cl^2Br.

» La solution de chlorobromure ferrique est d'un rouge très foncé lorsqu'elle est concentrée, jaune quand elle est étendue. Elle est acide et tient en dissolution de l'oxyde de fer à l'état colloïdal. Les faits montrent que le composé Fe^2Cl^2Br foncé d'abord, ainsi que le prouvent les données analytiques, est décomposé par l'eau aussitôt après sa formation. D'ailleurs la liqueur dissout abondamment le sesquioxyde de fer récemment préparé. A l'air libre et déjà après une semaine d'exposition, elle perd du brome.

» Je me propose de déterminer les conditions de réaction de l'eau sur le chlorobromure ferrique [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les sucrates de chaux.* Note de M. **P. Petit.**

« Les quantités de chaux dissoutes par un liquide sucré varient avec la température, la durée de contact et la concentration; de plus, comme l'a montré M. Berthelot (*Annales de Chimie et de Physique*, (3), t. XLVI), il faut tenir compte de la chaux dissoute par l'eau, comme si celle-ci était seule.

» On peut arriver à une action rapide et mesurable au calorimètre, en employant des dissolutions qui contiennent respectivement par litre 1 molécule $CaCl^2$, 1 molécule saccharose et 2 molécules de soude. On mélange dans le calorimètre les deux premières et l'on y verse une quantité équivalente de soude. En tenant compte de la chaleur dégagée par la précipitation de l'hydrate de chaux et de l'action du sucre sur le chlorure de

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Jungfleisch à l'École de Pharmacie de Paris.

sodium, on a trouvé vers 7°

$$Ca(OH)^2 \text{ sol.} + C^{12}H^{22}O^{11} \text{ diss.} = CaO, C^{12}H^{22}O^{11} \text{ diss} \ldots\ldots\ldots + 7^{Cal},2$$

et

$$2Ca(OH)^2 \text{ sol.} + C^{12}H^{22}O^{11} \text{ diss.} = C^{12}H^{22}O^{11}, 2CaO \ldots\ldots\ldots\ldots + 11^{Cal},7$$

» En ajoutant encore de la soude, de manière à faire réagir 3 molécules CaO sur 1 molécule de sucre, il n'y a plus de phénomène thermique, ni de chaux dissoute, sauf par l'eau.

» On peut donc en conclure que, à la température ordinaire, il existe seulement deux sucrates de chaux

$$C^{12}H^{22}O^{11}, CaO \quad \text{et} \quad C^{12}H^{22}O^{11}, 2CaO.$$

» Il est d'ailleurs fort difficile d'arriver jusqu'au sucrate à 2 molécules de chaux, par l'action directe du sucre sur la chaux, soit solide, soit précipitée par le mélange de solutions équivalentes de chlorure de calcium et de soude; l'action dépend alors nettement de la concentration et du temps de contact.

» Cependant, c'est bien encore le sucrate bicalcique qui se forme; en faisant réagir le sucrate monocalcique dissous dans 5^{lit} par molécule, sur un excès d'hydrate de chaux précipité dans le calorimètre, il s'est dissous en quelques minutes $7^{gr},2$ de chaux, abstraction faite de celle qui aurait été dissoute par l'eau seule, et avec un dégagement de chaleur de $0^{Cal},58$; or, si l'on rapporte ce chiffre à ce que l'on aurait obtenu, si 1 molécule de CaO avait été dissoute, on trouve

$$C^{12}H^{22}O^{11}, CaO \text{ dissous} + Ca(OH)^2 \text{ sol.} = C^{12}H^{22}O^{11}, 2CaO \text{ diss.} \ldots\ldots + 4^{Cal},5$$

nombre identique à celui trouvé directement.

» D'ailleurs, si l'on fait réagir des liqueurs sucrées de plus en plus concentrées sur un excès de chaux précipitée immédiatement, et cela pendant le même temps (six heures) et à la même température, on trouve pour les quantités de chaux dissoutes par 1 molécule de sucre :

1 molécule de sucre dans (litres)	Chaux dissoute. (gr)
20	56,07
10	56,10
8	56,14
6	59,2
5	63,15
4	70,24
3	78,88
2	88,06
1,5	93,28

» Si l'on construit une courbe ayant pour abscisses les volumes de la solution sucrée et pour ordonnées les quantités de chaux, on reconnaît en prolongeant la courbe que, pour une concentration infinie, on aurait sensiblement 2 molécules de chaux dissoute.

» Le Tableau précédent montre de même que, pour des solutions très étendues jusqu'à 4 pour 100 de sucre, il se forme à peu près uniquement du sucrate monocalcique.

» Le sucrate monocalcique peut se combiner au saccharose; en effet, si, à une dissolution de ce sucrate, on ajoute, par molécule, 1, 2, ..., 8 molécules de sucre dissous, on obtient les dégagements de chaleur suivants :

$C^{12}H^{22}O^{11}, CaO + C^{12}H^{22}O^{11}$ diss.	....	$+1^{Cal},68$
$CaO, C^{12}H^{22}O^{11} + 2C^{12}H^{22}O^{11}$ diss.	....	$+2,8$
$CaO, C^{12}H^{22}O^{11} + 3C^{12}H^{22}O^{11}$ diss.	....	$+3,1$
» $+5$ »	....	$+2,9$
» $+7$ »	....	$+3,1$

c'est-à-dire que, à partir de $C^{12}H^{22}O^{11}, CaO + 3C^{12}H^{22}O^{11}$, on a des dégagements de chaleur sensiblement constants. On a tenu compte de la dilution du sucre et de l'action thermique du sucre sur le chlorure de sodium, mélangé au sucrate. Cette dernière est très faible, $0^{Cal},16$ par molécule.

» Il y a donc une combinaison $C^{12}H^{22}O^{11}, CaO + 3C^{12}H^{22}O^{11}$ formée avec dégagement de $3^{Cal},1$.

$$C^{12}H^{22}O^{11}, CaO \text{ diss.} + 3\,C^{12}H^{22}O^{11} \text{ diss.}$$
$$= (C^{12}H^{22}O^{11}, CaO + 3\,C^{12}H^{22}O^{11}) \text{ diss.} \ldots\ldots \quad 3^{Cal},1.$$

» Il est fort difficile de passer de là aux corps solides, ceux-ci ne pouvant guère s'obtenir sans altération. En effet, dans le but de préparer le sucrate tricalcique décrit par les auteurs, j'ai chauffé à 100° un sucrate dissous contenant 19,2 pour 100 de chaux; le coagulum a été essoré et séché à 110° dans l'air privé de CO^2 et ce produit sec contenait 24,6 pour 100 de chaux, c'est-à-dire qu'il avait la composition du sucrate bicalcique. Cependant ce corps était très peu soluble dans l'eau, 1 pour 100 environ à 15°, et le résidu non dissous avait la même composition que le corps primitif, ce qui montre qu'on n'avait pas affaire à un mélange; cependant, il est impossible de le considérer comme identique au sucrate très soluble obtenu précédemment à l'état dissous. D'ailleurs, dissous dans HCl en excès, il a dégagé $33^{Cal},6$ pour 1 molécule de chaux,

ce qui fournirait pour la chaleur de formation du sucrate bicalcique solide

$$2\,Ca(OH)^2 \text{ sol} + S \text{ dis} = S\,2\,CaO \text{ sol} \ldots\ldots\ 5^{Cal},4.$$

» Il faudrait admettre, pour la chaleur de dissolution, $+17^{Cal},1$, alors qu'on trouve directement $+2^{Cal},7$; on doit donc admettre que la chaleur a modifié gravement la composition des sucrates, probablement parce que la chaux agit sur le saccharose comme elle le fait sur le maltose (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un ferment soluble nouveau dédoublant le tréhalose en glucose*. Note de M. **Em. Bourquelot**, présentée par M. Moissan.

« Les recherches que je poursuis depuis plusieurs années sur les matières sucrées contenues dans les champignons ont établi jusqu'ici : 1° que la présence de tréhalose dans ces végétaux est à peu près générale ; 2° que le tréhalose ne se forme que lorsque les champignons commencent à produire leurs spores ; 3° que ce sucre est localisé dans le tissu plus particulièrement végétatif du fruit ou *sporophore;* 4° qu'il disparaît peu à peu durant la maturation ; 5° enfin, que, le plus souvent, le glucose, autre matière sucrée qu'on rencontre également dans les champignons, ne peut être décelé que lorsque le tréhalose a déjà fait son apparition et s'y retrouve encore lorsque celui-ci a disparu (2).

» En raison de ce dernier fait, il y avait lieu de se demander si glucose et tréhalose n'ont pas entre eux d'étroites relations de présence, si le premier ne provient pas du second à la suite d'un dédoublement analogue, par exemple, à celui du saccharose qui se produit dans certaines plantes, sous l'influence d'un ferment inversif.

» Il existe, en effet, un ferment soluble possédant la propriété de dédoubler le tréhalose en glucose. Je l'ai rencontré, pour la première fois, dans une moisissure l'*Aspergillus niger,* qui d'ailleurs renferme, à certains moments de son existence, d'assez fortes proportions de tréhalose.

» Pour obtenir ce ferment, on cultive la moisissure sur du liquide de Raulin. Lorsque la culture est couverte de fructifications, on l'enlève après en avoir lavé la face inférieure avec de l'eau distillée. On la broie avec du

---

(1) Laboratoire de Chimie agricole de la Faculté des Sciences de Nancy.

(2) Ces conclusions sont développées dans un Mémoire publié récemment dans le *Bulletin de la Société mycologique de France,* t. IX, p. 60 ; 1893.

sable sec, on met le tout dans de l'alcool à 95°, et on laisse en contact cinq à six heures. On jette sur un filtre, on essore entre des feuilles de papier à filtrer et l'on fait sécher dans le vide. Quand la dessiccation est complète, on broie la masse avec de l'eau distillée pour dissoudre le ferment, on laisse macérer quelque temps, on exprime, on filtre, et l'on précipite le liquide filtré par l'alcool. Le précipité est ensuite recueilli sur un filtre, lavé à l'alcool et desséché dans le vide.

» Si l'on désire simplement avoir à sa disposition une solution de ferment, on siphone le liquide de culture quand la moisissure est en pleine fructification, et l'on remplace celui-ci par de l'eau distillée. Le ferment se répand dans l'eau sous-jacente qui le dissout, et, au bout de deux ou trois jours, on a une solution très active qui, après filtration, est d'une limpidité parfaite.

» Le ferment ainsi préparé détermine le dédoublement complet du tréhalose en glucose (dextrose), ce qui m'a permis de confirmer à nouveau la constitution de ce sucre qui est bien un diglucose. Le pouvoir réducteur et le pouvoir rotatoire du sucre issu du dédoublement sont identiques, en effet, à ceux que l'on obtient par le calcul, en supposant que la réaction se fait d'après l'équation $C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O = 2C^6H^6O^6$ et que le sucre formé est du dextrose.

» Si l'on fait agir en même temps une même quantité de solution du ferment sur des poids égaux de tréhalose du *tréhala* et de tréhalose des *champignons;* si ensuite, à l'aide du polarimètre, on suit le processus fermentaire dans chacune des solutions, on constate que ce processus est le même dans les deux cas, ce qui est une nouvelle preuve de l'identité des deux sucres.

» Il y avait intérêt à rechercher si le ferment du tréhalose était bien un ferment particulier et, pour cela, il fallait examiner comparativement les ferments solubles des hydrates de carbone. C'est ce que j'ai fait tout d'abord pour l'invertine de la levure, la diastase de la salive, l'émulsine des amandes, et j'ai constaté qu'aucun d'eux n'exerce d'action sur le tréhalose. Le ferment qu'on retire de l'*Aspergillus* est donc différent de ces derniers.

» Mais le produit dont j'ai donné la préparation n'agit pas seulement sur le tréhalose, il dédouble encore le maltose. Cette seconde propriété que j'ai fait connaître en 1883 conduisait aux deux hypothèses suivantes : ou bien l'*Aspergillus* ne sécrète qu'un seul ferment qui agit sur les deux sucres, ou bien il en sécrète deux ayant chacun une activité propre.

» A supposer que la seconde hypothèse fût conforme à la réalité des faits, on pouvait d'abord essayer de séparer les deux ferments par précipitations successives; mais les tentatives que j'ai faites dans cette direction à l'aide de l'alcool n'ont rien donné de positif.

» Je me suis adressé alors à la chaleur, les ferments solubles étant, comme on sait, détruits à des températures différentes. Or, si l'on élève peu à peu la température de la solution des deux ferments présumés, voici ce que l'on observe.

» A partir de 53°, l'activité de cette solution à l'égard du tréhalose diminue et elle est complètement détruite vers 63°. Au contraire, son activité, relativement au maltose, persiste en totalité jusque vers 64°; elle va ensuite en diminuant et ce n'est qu'entre 74° et 75° qu'elle disparaît.

» Il ne semble donc pas douteux que la solution renferme deux ferments distincts et l'on est fondé à admettre que le ferment qui dédouble le tréhalose est une espèce nouvelle. C'est pour cela que, le ferment du maltose ayant reçu le nom de *maltase*, je propose d'appeler *tréhalase* celui du tréhalose. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil circulatoire de la* Mygale cæmentaria, *Walck.* Note de M. **Marcel Causard**, présentée par M. Edm. Perrier.

« L'appareil circulatoire des Aranéides tétrapneumones a, jusqu'à ce jour, été fort peu étudié. A ma connaissance, les seuls auteurs qui s'en soient occupés sont Dugès, qui, dans l'édition illustrée du *Règne animal* de Cuvier, a figuré le cœur de la *Mygale maçonne* (*Nemesia cæmentaria*), et M. Blanchard qui, après avoir indiqué sommairement les résultats obtenus sur la *Mygale* (*Theraphosa*) *Blondii*, dans les *Comptes rendus de l'Académie* (t. XXXIV, 1852), a représenté l'appareil circulatoire de cette Araignée dans son *Organisation du Règne animal* (Arachnides, Pl. XV et XVI).

» N'ayant pas à ma disposition de grandes Mygales américaines, j'ai dû me contenter de nos modestes *Mygales maçonnes* de Provence. Je ne m'occuperai, dans cette Note, que de la partie de l'appareil circulatoire renfermée dans l'abdomen, c'est-à-dire du cœur et des vaisseaux qui y aboutissent ou qui en partent.

» Le cœur de la Mygale maçonne ressemble beaucoup à celui des autres Araignées. Enveloppé d'un péricarde, il est placé dans la partie dorsale de l'abdomen, immédiatement sous les téguments. Sa partie antérieure

s'atténue pour constituer l'aorte, qui pénètre dans le pédoncule et va se ramifier dans le céphalothorax. A sa partie postérieure, il diminue également de grosseur, puis se termine en se bifurquant. Sa section transversale n'est pas circulaire, mais présente un angle à sa partie inférieure, le cœur étant comme caréné à sa face inférieure. Quatre paires d'éminences latérales s'observent sur cet organe. Les *antérieures,* qui correspondent à la courbure du cœur, sont assez peu marquées; les suivantes, que j'appellerai *intermédiaires,* le sont bien plus, ainsi que les troisièmes (*moyennes*); enfin les *postérieures,* placées près de l'extrémité du cœur, sont beaucoup moins fortes. Chacune de ces huit éminences est percée d'un orifice faisant communiquer la cavité péricardique avec l'intérieur du cœur. Il y a donc aussi quatre paires de ces orifices, tandis que les Aranéides dipneumones n'en possèdent que trois paires, et moins dans quelques cas très rares. Ce nombre quatre a, du reste, été indiqué par M. Blanchard pour la *Mygale Blondii.* Les orifices antérieurs sont placés sur les côtés du cœur; les intermédiaires sont un peu plus avancés sur la face dorsale ; enfin, les moyens et les postérieurs sont presque complètement dorsaux, et alors les deux orifices d'une même paire ne sont séparés l'un de l'autre, sur la ligne médiane, que par une largeur assez faible de tissu. Comme les éminences correspondantes, les orifices intermédiaires et moyens sont beaucoup plus développés que les antérieurs, et surtout que les postérieurs. Les deux bords de chaque orifice sont constitués par des faisceaux musculaires puissants, qui dessinent nettement ces bords.

» D'après M. Blanchard, le cœur de la *Mygale Blondii* est partagé en cinq chambres. Chez la *Mygale maçonne,* pas plus du reste que chez les Aranéides dipneumones, cette division en chambres n'existe pas. Si l'on examine l'intérieur du cœur, on voit que les deux lèvres de chaque orifice sont recourbées de manière à faire notablement saillie à l'intérieur du cœur en s'appliquant l'une contre l'autre. Les angles internes des deux orifices d'une même paire sont seulement réunis l'un à l'autre, à l'intérieur de l'organe, par un raphé légèrement saillant, et produit par les muscles qui circonscrivent ces orifices; sur le plancher du cœur, un pareil raphé est encore bien moins visible. Cette disposition est celle des orifices intermédiaires et moyens; elle est encore bien plus atténuée pour les antérieurs et les postérieurs. Les *replis valvulaires* qui, d'après Dugès, cacheraient les origines des vaisseaux, n'existent pas non plus. Le cœur ne forme donc qu'une seule chambre, présentant quatre élargissements.

» Quant aux vaisseaux, Dugès se borne à dire que « le cœur donne des » branches en avant et sur les côtés ». M. Blanchard figure quatre paires

de vaisseaux *pneumo-cardiaques*, ramenant le sang des poumons au cœur, et trois paires d'artères partant du cœur. Il n'existe que deux paires de vaisseaux pneumo-cardiaques, ou veines pulmonaires; ils sont constitués par des prolongements du péricarde. Ceux de la paire antérieure recueillent le sang des poumons antérieurs et s'ouvrent dans le péricarde en face des orifices antérieurs du cœur, ceux de la paire postérieure reçoivent le sang des poumons postérieurs et débouchent à la hauteur des orifices intermédiaires. Plus en arrière, le péricarde présente bien des prolongements, mais qui forment seulement des ligaments reliant le cœur aux téguments dorsaux.

» Quant aux vaisseaux qui amènent le sang du cœur, nous distinguerons les suivants. Au niveau des orifices moyens du cœur, naît, à la face inférieure de cet organe, une paire de grosses artères latérales qui se ramifient abondamment et irriguent la partie antérieure de l'abdomen. Elles sont séparées l'une de l'autre à leur origine par deux ligaments hypocardiaques. Au-dessous des orifices postérieurs naissent, comme les précédentes, deux autres artères latérales d'assez faible diamètre, et, entre les origines de celles-ci, se détache du cœur un tronc volumineux qui se dirige verticalement. Il donne bientôt en arrière une branche que je considère comme correspondant à l'artère caudale des autres Aranéides; puis, arrivée à la face supérieure de l'intestin, près de la partie postérieure de la poche stercorale, cette grosse artère se divise en deux branches qui passent l'une à droite et l'autre à gauche du tube digestif, et se ramifient pour irriguer la région postérieure de l'abdomen. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la pression des gaz sur le développement des végétaux*. Note de M. **Paul Jaccard** [1], présentée par M. Duchartre.

« Comme complément de ses belles recherches relatives à l'influence de la pression barométrique sur les phénomènes de la vie, Paul Bert a étudié l'action de la pression sur la germination des graines. Il en conclut que la pression n'agit que par la tension de l'oxygène et par les changements qui en résultent dans les phénomènes chimiques de la nutrition [2]. D'a-

---

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne sous la direction de M. Gaston Bonnier.

(2) *Biblioth. des Hautes Études* (*Sect. Sc. nat.*, t. X, p. 121-126, 1874). Voyez

près lui le phénomène est le même chez les végétaux et chez les animaux.

» Aucun travail ayant une portée physiologique générale n'a paru depuis sur la question; il est vrai que MM. A. Wieler (¹) et S. Jentys (²) ont examiné l'influence que les tensions d'oxygène inférieures et supérieures à la tension normale exercent sur l'allongement des végétaux; mais les deux intéressants Mémoires publiés par ces auteurs visent un point très spécial; de plus, ces travaux n'ont porté que sur les plantules d'une dizaine d'espèces ou sur leurs graines en germination.

» Il était donc intéressant de soumettre à l'expérience un nombre d'espèces plus considérable, prises à des âges différents, de les étudier pendant un temps relativement long et de les comparer avec des plantes servant de témoins, à la fois dans leur accroissement, leur morphologie externe et leur structure anatomique.

» Les nombreuses expériences que j'ai entreprises en vue de résoudre ces diverses questions ont porté sur une cinquantaine d'espèces environ. C'étaient des graines (Blé, Lupin, Radis, etc.), des plantules repiquées (Maïs, Moutarde, Sarrasin, Fève, etc.), des bulbes (Oignon, Muscari, etc.), des tubercules (Crosne, Pomme de terre, *Oxalis*, etc.), des plantes des champs mises en pots (Cardamine, Primevère, Pâquerette, etc.), des plantes adultes lignifiées (*Pelargonium*), enfin des plantes aquatiques ou amphibies (*Alisma*, Véronique, Joncs, Iris).

» Ces cultures expérimentales peuvent être groupées en trois séries, de la manière suivante :

» I. *Air ordinaire :* 1° à la pression normale; 2° avec dépression; 3° avec compression.

» II. *Oxygène ou air suroxygéné :* 1° à la pression normale; 2° avec dépression; 3° avec compression.

» III. *Mélange d'hydrogène, d'azote et d'oxygène* ayant une proportion d'oxygène inférieure à celle de l'air atmosphérique : 1° à la pression normale; 2° avec compression (³).

---

aussi : P. Bert, *Comptes rendus*, t. LXXVI et LXXVII (1873) et *La pression barométrique*, 1878.

(¹) A. Wieler, *Die Beeinflüssung des Wachsens durch verminderte Partiärpressung des Sauerstoffs* (*Unters. a. d. bot. Inst. zu Tübingen*, Bd. I, Heft 2; 1883).

(²) Stefan Jentys, *Ueber den Einfluss hoher Sauerstoffpressungen auf das Wachsthum der Pflanzen* (*Unters. a. d. bot. Inst. zu Tübingen*, Bd. II, Heft 3; 1888).

(³) Plusieurs des appareils employés pour la compression avaient servi à Paul Bert

» *Résultats des expériences.* — Considérons d'abord les cultures faites dans l'air déprimé. Entre les pressions de 10^{cm} à 40^{cm}, la croissance peut être deux fois, trois fois ou même six fois plus grande que dans l'air ordinaire. A cet accroissement rapide correspondent de grandes variations de forme. Dans l'air déprimé les tiges sont plus longues et plus minces, ont une tendance manifeste à se ramifier et donnent souvent naissance à des racines aériennes allongées; les feuilles sont plus grandes et plus étalées; la plante tout entière est plus élancée.

» Dans les cultures à l'air comprimé entre 3^{atm} et 6^{atm}, il se produit aussi fréquemment une accélération de la croissance, mais toujours bien plus faible que celle qu'on observe dans l'air déprimé. Pour les plantes que j'ai étudiées, je n'y ai pas observé de variations morphologiques sensibles.

» La très grande raréfaction de l'air entraîne un ralentissement de la croissance; il en est de même pour l'air comprimé au delà de 8^{atm}; mais on peut encore obtenir, même à 10^{atm} et 12^{atm} de pression, le lent développement de certaines plantes, telles que les Pois et les Gesces, par exemple.

» Quelques mots maintenant sur les cultures expérimentales que j'ai établies dans des mélanges gazeux autres que l'air. J'ai d'abord constaté que l'air surchargé d'oxygène de 35 à 90 pour 100, à la pression normale, n'a généralement pas d'influence fâcheuse sur le développement, et souvent même la croissance est accélérée.

» Si l'on fait croître les plantes dans de l'air suroxygéné, mais dont la pression est diminuée, de manière à lui donner la même tension d'oxygène que celle de l'air atmosphérique normal, on obtient, non pas les mêmes résultats que dans l'air, mais une accélération de croissance et des changements de forme absolument comparables à ceux que provoque l'air déprimé.

» Enfin, si l'on comprime un mélange d'oxygène, d'hydrogène et d'azote de façon à obtenir la même tension d'oxygène que dans l'air à $0^{atm},5$ de pression, on ne voit pas se produire un développement comparable à celui qu'on obtient dans les cultures faites dans l'air à $0^{atm},5$.

» Au point de vue anatomique, contrairement à ce que l'on pouvait prévoir, je n'ai trouvé aucune différence constante de structure entre les organes dont la forme est si diverse.

---

dans ses recherches et avaient été mis à la disposition du Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, grâce à l'obligeance de M. Dastre.

» En somme, de tout ce qui précède, on peut conclure que :

» 1° *D'une manière générale, les changements de pression dans l'atmosphère qui entoure la plante exercent une influence considérable sur son développement.*

» 2° *L'intensité et la nature du phénomène varient naturellement plus ou moins suivant les espèces, mais la courbe générale qui représente les variations du développement avec la pression a ordinairement deux maxima : le premier, de beaucoup le plus marqué, dans l'air déprimé, le second dans l'air comprimé ; la pression normale se trouve donc comprise le plus souvent entre les deux maxima.*

» 3° *Bien que la tension de l'oxygène joue un rôle prépondérant dans le phénomène, la pression absolue a aussi une action manifeste.*

» On peut dire, en résumé, que l'action qu'exerce la pression de l'air, dans les limites compatibles avec l'existence des êtres, n'est pas la même chez les végétaux pourvus de chlorophylle que chez les animaux. »

GÉOLOGIE. — *Sur les niveaux ammonitiques du Malm inférieur dans la contrée du Montejunto (Portugal). Phases peu connues du développement des Mollusques.* Note de M. **Paul Choffat**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les facies ammonitiques sont fort rares dans le Malm du Portugal. Généralement les strates qui succèdent au Callovien présentent une faune de *Lamellibranches* et de *Gastropodes* analogue à celle du Kimméridjien de l'Europe centrale, mais elle a un caractère plus ancien, grâce à la présence de formes intermédiaires entre ces espèces et les espèces voisines du Bathonien et du Callovien.

» Ce fait n'est pas sans précédents. On sait que les Alpes suisses contiennent les *couches à Mytilus*, dont la faune a passé pour kimméridjienne, jusqu'à ce que M. de Loriol ait démontré que son caractère est plus ancien et les rapproche plutôt du Bathonien. Plus tard, M. Gilliéron a cherché à prouver que cette faune forme transition entre le Bathonien et le Kimméridjien, et que son âge est probablement callovien, opinion confirmée par la présence de plusieurs formes analogues dans le callovien du Portugal.

» La faune à caractère kimméridjien, dont je parlais plus haut, représente donc le développement des *Lamellibranches*, une phase encore plus récente que celle des *couches à Mytilus* des Alpes, elle correspond à l'Oxfor-

dien, ce qui est particulièrement prouvé dans la contrée du Montejunto, par suite de l'intercalation de lits ammonitiques.

» Malgré les facies variés du Malm portugais, on peut distinguer deux grandes divisions. Les *Céphalopodes* sont fort rares et sans importance stratigraphique dans la division supérieure qui correspond au Ptérocérien et au Portlandien de l'Europe centrale.

» Le Malm inférieur repose sur les *couches à Am. athleta et calloviensis;* il présente trois subdivisions qui sont de bas en haut :

» COUCHES DE CABAÇO. — 1. Calcaires feuilletés, avec *Lamellibranches.* — 200^{m}.

» 2. Calcaires à *Lamellibranches* nombreux et variés, contenant des *Céphalopodes* rares, sauf dans un lit situé vers la base. Par places, lentilles coralliennes. — 300^{m}. *Harp. canaliculatum* et *Marantianum, Opp. subclausa, Per. plicatilis, virgulatus, Lucingensis, aff. rota, aff. Tiziani, Asp. faustum.* Lamellibranches à caractère oxfordien : *Pholadomya exaltata, Protei* et *lineata, Pleuromya varians.* Formes intermédiaires entre *Ceromya excentrica* du Malm et *C. concentrica* du Bathonien, *Tereb. Galliennei, Zeilleria Delemontana,* etc.

» 3. Faune de *Lamellibranches* analogue à la précédente, mais ne contenant pas les espèces purement oxfordiennes. En outre *Oppelia subclausa, Per. Tiziani var.*, et formes voisines. — 10^{m}.

» COUCHES DU MONTEJUNTO. — Trois types différents :

» 1° Le facies ammonitique;

» 2° Le facies corallien;

» 3° Une alternance de couches ammonitiques et de couches coralliennes. Puissance de 200 à 350 mètres.

» Je ne parlerai que des *Céphalopodes*, le reste des *Mollusques* appartenant à des espèces astartiennes ou kimméridjiennes, et les *Échinodermes* à des espèces liées aux facies coralliens, et se retrouvant pour la plupart depuis le Rauracien jusqu'à la base du Tithonique, lorsque l'on prend différentes contrées en considération.

» La succession des Céphalopodes permet de distinguer trois complexes :

» 1° *Harp. canaliculatum, Opp. subclausa, Per. polygyratus;*

» 2° Apparition des *Phylloceras* et des *Neumayria. Rhac. Silenum, Perisphinctes* des groupes des *P. plicatilis, Achilles, virgulatus, stenocyclus et polyplocus; Sutneria, Aspidoceras* voisins de *A. perarmatum;*

» 3° Faune très abondante; tous les *Céphalopodes* des deux niveaux précédents y sont représentés, à l'exception de *Harp. canaliculatum* et de *Opp. subclausa.* Nous citerons en plus : *Belemn. pressulus, Argovianus* et *hastatus, Lytoceras* (rares), *Harp. Marantianum, Neumayria* des groupes de *N. flexuosa, trachynota* et *Pichleri, Holcostephanus* de petites tailles, *Perisphinctes planula* et *inconditus; Sutneria, Aspidoceras cfr. circumspinosum, A. Rupellense, Peltoceras bimammattum.*

» ASSISE D'ABADIA. — Massif argileux contenant des bancs de grès et des conglomérats de roches azoïques, en lentilles puissantes (50^{m}), contenant en outre des lentilles

coralliennes augmentant de fréquence de bas en haut, où elles forment une couche continue de 10^m à 20^m d'épaisseur. Puissance totale de l'assise, 800^m.

» Faune de *Gastropodes*, de *Lamellibranches* et d'*Echinodernes*, vers le milieu quelques *Céphalopodes : Bel. Monsalvensis, Argovianus, pressulus, hastatus. Oppelia, trachynota, Perisphinctes* des groupes de *P. virgulatus* et de *P. polyplocus. Aspidoceras acanthicum* et *A. aff. sesquinodosum*, trois *Simoceras* et un *Hoplites*.

» Le parallélisme des couches de Cabaço avec l'Oxfordien de l'Europe centrale est incontestable. Pour ses quelques *Ammonites*, le lit à *Per. Tiziani var.* a plutôt le caractère des couches à *Pelt. bimammatum*, mais la presque totalité de sa faune provenant des couches sous-jacentes, j'hésite à les en séparer, d'autant plus que ces dernières contiennent aussi le groupe de *Per. Tiziani*.

» Au premier abord, on est tenté de considérer l'assise du Montejunto comme représentant les *couches à Opp. tenuilobata*, mais on remarque l'absence des formes les plus typiques de cette zone, et la présence de formes plus anciennes. En outre, elle est séparée du Ptérocérien par les 800^m de l'assise d'Abadia.

» La faune ammonitique de la *zone à Am. bimammatus* est connue dans la Franconie, la Souabe et l'Argovie, mais son facies méditerranéen est à peu près inconnu, soit que l'attention en ait été détournée par les deux faunes ammonitiques qui l'encaissent, soit qu'on l'ait confondue avec l'une ou l'autre de ces faunes, soit encore que ce mélange existe réellement dans certaines régions.

» En étudiant les Ouvrages se rapportant à cette faune, on voit qu'elle contient un grand nombre d'espèces considérées comme typiques de la zone à *Am. tenuilobatus*, les différences principales consistant dans la rareté des formes voisines de *Per. Lothari*, des *Aspidoceras* renflés et de *Opp. tenuilobata*, et dans l'absence de *Holcostephanus involutus* et de *Sutneria platynota*.

» Ces conditions sont précisément celles de la faune des couches du Montejunto; elle a un caractère plus méridional que celui de la faune de la Souabe, mais ce n'est pourtant pas le type méditerranéen, lequel se trouve plus au sud, en Algarve, d'où j'ai déjà eu l'occasion de le faire connaître [1].

» Quant à l'assise d'Abadia, sa faune ammonitique est peu abondante, mais son caractère ténuilobatien est pourtant bien accentué. »

---

(1) *Recherches sur les terrains secondaires au sud du Sado*. Lisbonne, 1887.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le mode de reproduction des parasites du cancer.* Note de MM. **Armand Ruffer** et **H.-G. Plimmer**, présentée par M. Bouchard.

« On sait, depuis les travaux récents qui ont paru en France, en Angleterre, en Allemagne et en Italie, que l'on trouve, dans tous les cancers de l'homme, des parasites appartenant à la famille des Protozoaires. Dans un nouveau travail qui vient de paraître dans le *Journal of Pathology*, vol. I, n° 4, nous avons décrit différents stages du parasite observé, soit dans le noyau, soit dans le protoplasme de la cellule cancéreuse. Ces observations sont basées sur l'étude de plusieurs cancers de la langue, peau, foie, estomac, utérus et sur 47 cancers du sein opérés consécutivement à l'hôpital des cancéreux de Londres. Dans tous ces cas, sans exception, nous avons trouvé ces parasites en nombre plus ou moins grand, mais quelquefois en quantité considérable.

» Sans vouloir nous arrêter à la structure de ces parasites, nous ferons remarquer que chaque protozoaire se compose : 1° d'un petit noyau; 2° d'une quantité plus ou moins grande de protoplasme granuleux; 3° d'une capsule à double contour. Nous avons pu voir ces parasites à l'état vivant, de même que sur des préparations étalées fraîches. Leurs réactions avec les couleurs d'aniline, le bleu d'aniline, la fuchsine, l'éosine, de même que l'hématoxyline, la cochenille et le carmin sont absolument différentes des réactions du noyau et protoplasma de la cellule cancéreuse et de ses produits de dégénérescence. Avec l'hématoxyline et la cochenille, par exemple, on obtient facilement des réactions très nettes et caractéristiques. Ils diffèrent du reste absolument des parasites décrits par MM. Darier, Malassez, Kickham, L. Pfeiffer, Podwyssozky et Sawtschenko, mais nous paraissent identiques avec certaines figures décrites par Soudakéwitch et par Foâ.

» MM. Soudakéwitch, Sawtschenko et Foâ ont décrit dans leurs Mémoires la formation des spores par le parasite du cancer. M. Metchnikoff et nous-mêmes nous nous sommes élevés contre cette manière de voir, et dans notre prochain Mémoire nous montrerons que l'existence des spores décrite par Sawtschenko et Soudakéwitch n'est nullement démontrée. Nous faisons pourtant des réserves à l'égard de Foâ, dont le Mémoire détaillé n'a pas encore paru.

» Nos observations personnelles sur le mode de division du parasite sont basées exclusivement sur l'étude de 47 cancers du sein. Le parasite se multiplie par simple division en deux parties absolument égales sans que nous ayons pu démontrer des phénomènes de karyokinèse, mais les deux jeunes noyaux sont reliés pendant quelque temps encore par un petit réseau de fils extrêmement minces. Les deux jeunes parasites sont encore contenus dans la même capsule, mais celle-ci se divise aussi et enfin chaque parasite s'entoure d'une capsule. Dans d'autres cas, le parasite enkysté, au lieu de se diviser en deux, se divise en quatre, huit et nous avons compté jusqu'à trente-deux jeunes parasites dérivés d'un seul protozoaire. Chacun de ces jeunes protozoaires se compose alors d'un petit noyau, d'une couche très mince de protoplasma et d'une capsule très nette. Le corps de reliquat qu'on trouve dans d'autres sporozoaires se voit souvent sans aucune difficulté.

» Nous ne nions pas la possibilité de la formation des spores dans le cancer, mais nous constatons que le parasite se multiplie le plus souvent par simple fissiparité.

» M. Metchnikoff, qui a bien voulu contrôler nos observations et nous donner l'appui de sa haute compétence, nous a fait remarquer la ressemblance frappante qui existe entre les stages décrits par nous dans le cancer et les corps en rosace du parasite de la malaria découverts par M. Laveran. »

M. Ch. Lallement adresse une Note sur un perfectionnement de la machine pneumatique.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 avril 1893.

Théorème sur le centre des moyennes distances, par M. Haton de la Goupillière. (Extrait du *Bulletin de la Société mathématique de France*, t. XXI, 1893); br. in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées, quatrième série, publiée par M. CAMILLE JORDAN. Tome IX, année 1893, fasc. I. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 fasc. in-4°.

Œuvres complètes de Christiaan Huygens, publiées par la Société hollandaise des Sciences. Tome V, *Correspondance*, 1664-1665. La Haye, Martinus Nijhoff, 1893; 1 vol. in-4°.

Polarisation rotatoire, réflexion et réfraction vitreuses, réflexion métallique. Leçons faites à la Sorbonne en 1891-1892, par G. Foussereau, rédigées par J. LEMOINE. Paris, Georges Carré, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

De la spermatogénèse chez les Crustacés décapodes, par ARMAND SABATIER. Paris, L. Battaille et Cie, 1893; in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.) (Renvoyé à la Commission du prix Serres.)

Thérapeutique physiologique du cœur, par G. SÉE, t. II. Paris, L. Battaille et Cie, 1893; in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Bulletin de la Société astronomique de France, sixième année, 1892. Paris, Hôtel des Sociétés savantes, 1892; in-8°.

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux; 1er et 2e fasc., 1892. Paris, G. Masson, 1893; 1 vol. in-8°.

Traité encyclopédique de Photographie, par CHARLES FABRE, t. I, II, III, IV et un premier Supplément. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1889, 1890, 1892; cinq vol. in-8°.

Note sur un mouvement de rotation singulier de la tête chez une larve de Culicide, par M. S. JOURDAIN. (Extrait des *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*.) (Présentée par M. Perrier.)

Acta mathematica. Journal rédigé par G. MITTAG-LEFFLER; 16 : 4. Stockholm, F. et G. Beijer, 1893; fasc. in-8. (Présenté par M. Hermite.)

ERRATA.

—

(Séance du 20 mars 1893.)

Page 619, lignes 8 et 9 en remontant, *au lieu de* en remplacement de feu M. Abria, *lisez* en remplacement de feu M. Hofmann.

(Séance du 10 avril 1893.)

Note de M. *Œchsner de Coninck,* Sur l'isomérie des acides amidobenzoïques :

Page 758, dernière ligne, *au lieu de*

$t = +9^\circ,6$, $d = 0^{gr},1300$; *ilsez* $t = 9^\circ,6$, $d = 1^{gr},1300$.